VALORISATION FINANCIÈRE DE LA BIODIVERSITÉ : RECOMMANDATIONS POUR L'OUTIL BIOCOMPTA®

Par
Camille Dilet

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue de l'obtention du double diplôme de maîtrise en environnement et de master en gestion intégrée de l'environnement, de la biodiversité et des territoires

Sous la direction de Monsieur Yann Le Goff

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

MASTER ÉCOLOGIE BIODIVERSITÉ
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER II

Juin 2014

SOMMAIRE

Mots-clés : Biodiversité, service écosystémique, outil, évaluation économique, valorisation financière, piste d'amélioration, recommandation, application, BioCompta®, Gaïadomo

La monétarisation des biens et services environnementaux est une discipline jeune, dont les principes et les limites demandent à être connus avant de la pratiquer. En effet, l'évaluation économique de la biodiversité a certes de nombreux intérêts, mais elle est un exercice difficile qui requiert des précautions d'utilisation à tous les niveaux, de la définition de la biodiversité comme bien économique à l'insertion des valeurs monétaires dans le système socio-économique. Un des éléments cruciaux à retenir d'une description globale de la démarche de valorisation financière des écosystèmes est sa finalité qui n'est pas d'introduire la biodiversité et les services écosystémiques sur le marché, mais d'estimer financièrement les bénéfices environnementaux, principalement pour sensibiliser la population sur leurs multiples valeurs.

Le bureau d'étude et de conseil en environnement et biodiversité nommé Gaïadomo s'est intéressé aux avantages de l'évaluation économique, pour mieux guider ses clients. En se basant sur leur connaissance technique du terrain et sur le rapprochement de l'écologie avec l'économie, Gaïadomo a créé en 2009, un outil de valorisation financière de la biodiversité. L'outil est incarné par un logiciel Excel qui combine judicieusement les données naturalistes, spécifiques à une étude de site, aux données économiques issues de la bibliographie. L'objectif ultime de cette manipulation est d'obtenir une estimation du rendement économique annuel des éléments naturels sur un site particulier. Cet outil, toujours en recherche et développement, n'est pas encore abouti. Des améliorations sont nécessaires et le présent essai tente de les définir. Pour cela, une prise en main de l'outil et la réalisation d'une expérimentation sur un cas concret, celui du Bois des Espeisses de Nîmes (une ville française), ont été menées à bien. L'étude de cas révèle extrêmement bien les points forts et les points faibles de la BioCompta®, qui permettent de dégager les principaux problèmes à rectifier. Finalement, les recommandations, élaborées en collaboration avec les experts du bureau d'étude, abordent autant la méthodologie employée, les fonctions et aspects du logiciel que la stratégie de développement de BioCompta®.
L'utilité d'une telle évaluation économique fait aujourd'hui consensus chez les économistes, les écologues et les gestionnaires. De nombreux domaines d'application sont envisagés et envisageables pour BioCompta®, ce qui procure à Gaïadomo de belles perspectives d'avenir.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe de ma structure d'accueil en stage, Gaïadomo, pour leur accueil et leur soutien tout au long de mon séjour auprès d'eux. Je suis particulièrement reconnaissante de l'investissement de Yann Le Goff, mon directeur d'essai, dans ce travail. Ses recommandations et son dynamisme ont beaucoup joué dans le présent résultat et le respect des échéances. Je remercie également Gaël Thébault pour son aide technique et son oreille attentive et Patrick Peters pour les réflexions constructives que nous avons échangées ainsi que pour ses conseils avisés.

J'exprime ma profonde gratitude à mes parents, Brigitte et Jean-Paul Dilet, qui n'ont cessé de me soutenir dans mes projets professionnels. Ils ont été formidables, notamment pour leurs encouragements continus et les nombreuses relectures des versions préalables à cet essai. Ma sœur, Amélie Dilet, est également une personne chère à mes yeux qui m'a inspiré le dévouement professionnel et la persévérance tout au long de mes études.

Je remercie également plus largement l'ensemble de mes professeurs, amis et proches qui ont suscité mon goût pour l'écologie et la défense de l'environnement. Enfin, je tiens à souligner le professionnalisme et l'enthousiasme de l'équipe pédagogique du Centre universitaire de formation en environnement et développement durable de l'Université de Sherbrooke, sans qui ma formation de maître en environnement n'aurait pas été aussi bonne et enrichissante.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

€	Euros
AFIE	Association Française des Ingénieurs Écologues
AFP	Agence France-Presse
B&SE	Biens et services environnementaux
BD	Base de données
CAS	Centre d'analyse stratégique français
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable
CICES	*Common International Classification of Ecosystem Services*
CREDOC	Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de vie
EDA	Évaluation de la Densité d'Accueil
EVRI	*Environmental Valuation Reference Inventory*
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
ha	Hectare
IPBES	*Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*
MEA	*Millenium Ecosystem Assessment*
MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie
MNHN	Muséum national d'histoire naturelle
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PSE	Paiements pour services environnementaux
RAMSAR	Convention sur les zones humides d'importance internationale
SE	Services écosystémiques
SIG	Système d'Information Géographique
TEEB	*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNEP	*United Nation Environment Programme*
VET	Valeur économique totale
ZICO	Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF	Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

LEXIQUE

Anthropocentrisme	Attitude, croyance qui place l'être humain au centre de l'univers et qui considère que le bien de l'humanité est la finalité de toute chose. (OQLF, 2012a)
Base de données	Regroupement d'information ayant certains caractères en commun. Les bases de données citées dans cet essai rassemblent des informations sur des valeurs monétaires. (Définition de l'auteure)
Biens et services environnementaux	Contributions directes et indirectes des écosystèmes au bien-être humain. Le concept de « biens et services écosystémiques » est synonyme de services écosystémiques. (The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), 2010b)
Biodiversité	Variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces, et entre les espèces et ainsi que celle des écosystèmes. (Communautés européennes, 2006)
Capital naturel	Stock d'écosystèmes qui produit un flux renouvelable de biens et services. De la même façon qu'un investisseur va utiliser le capital financier pour générer des profits, un stock forestier ou halieutique va fournir un flux futur de bois ou de nourriture qui, s'il est utilisé de façon durable, va bénéficier aux populations à long terme. (United Nation Environment Programme (UNEP) Finance initiative et Global Canopy Programme, 2012)
Commodification de la nature	Transformation des biens et services environnementaux en commodité à travers le système capitaliste. Notion proposée par virginie Maris, elle-même issue de la définition de commodité empruntée à Marx. (Traduction libre de Maris, 2011)
Écosystème	Complexe dynamique de composé de plantes, d'animaux, de micro-organismes, et de la nature morte environnante agissant en interaction en tant qu'unité fonctionnelle. (Millenuim Ecosystem Assessment (MEA), 2005a)
Évaluation économique	Processus qui mène à la détermination d'une valeur pour les biens et services qu'apportent les écosystèmes. (Farber et autres, 2002)
Marchandisation de la nature	Processus de mettre un prix sur la nature dans l'optique d'une vente ou plus largement de transactions. (Broughton et Pirard, 2011)

Outil	Terme employé pour définir une technique ou une démarche s'appuyant sur une méthodologie et un support précis, ici dans le but de réaliser une valorisation financière. (Définition de l'auteure)
Rendement économique	Production de B&SE fournis par un espace naturel, en termes monétaires. Il traduit la rentabilité des capitaux naturels. (Définition de l'auteure)
Valeur écologique	Jugement porté sur les éléments des milieux naturels, visuel et humain auxquels le public touché ou les spécialistes accordent de l'importance. (Office québécois de la langue française (OQLF), 2012b)
Valeur économique	Caractère économique et mesurable d'un bien ou d'un service, compte tenu de son coût, de l'offre et de la demande, etc.; qualité essentielle d'un bien ou d'un service qui le fait apprécier par celui qui le possède ou l'utilise. (OQLF, 2012c)
Valorisation financière	Synonyme d'évaluation économique avec une connotation positive grâce au concept de mise en valeur. Les termes employés varient entre valorisation économique, financière ou monétaire. (Définition de l'auteure)

INTRODUCTION

Dans le contexte actuel du déclin mondial de la biodiversité et de la prise de conscience des limites de développement imposées par les écosystèmes qui s'épuisent, l'Homme mobilise son ingéniosité pour trouver des manières plus durables d'apprécier la nature et de l'exploiter au profit du bien-être humain. Du domaine de l'économie à celui de l'écologie, les agents de changement s'emploient à imaginer de nouvelles approches pour restaurer, maintenir ou préserver les richesses naturelles dont les menaces paraissent chaque année plus importantes. Aujourd'hui, de grands espoirs sont placés dans la monétarisation de ces richesses naturelles, car « on ne protège pas ce qu'on ne valorise pas » (Myers et Reichert, 1997, p. 19) au sens économique du terme, comme l'expriment les écologues Myers et Reichert (Commissariat général au Développement durable (CGDD), 2013). Les grandes organisations gouvernementales, les économistes et les écologues semblent s'accorder sur l'utilité de l'étalon monétaire pour prendre des décisions plus éclairées en matière d'exploitation des ressources naturelles et de conservation de la biodiversité (The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), 2009).

La nature et ses éléments constitutifs ont été projetés dans un cadre économique dont les modalités sont trop rigides pour le système complexe de la vie. Le but est de trouver la meilleure manière d'attribuer une valeur monétaire pour traduire l'importance que les écosystèmes ont pour la vie et la survie de l'espèce humaine. L'économie de l'environnement est la discipline qui tente de déterminer quelle est la juste insertion de la nature et de ses aménités dans le système économique complexe.

Outre les débats autour de la notion de valeur de la nature et les préoccupations d'ordre éthique, les problématiques et les interrogations qui s'imposent, lorsqu'il s'agit d'attribuer un prix à ce qui n'en a pas, sont nombreuses. En premier lieu, que faut-il évaluer? La nature est un maillage complexe fait d'interactions non seulement entre le vivant et le non-vivant, mais aussi au sein de ces deux mondes. Ces éléments ont une valeur pour leur existence même, mais, aux yeux de la société, ils prodiguent surtout un bon nombre de services ou bienfaits : ce sont les services écosystémiques (SE). Ensuite, quelles sont les meilleures méthodes d'évaluation économique de la biodiversité et des services qu'ils effectuent? La plupart des SE productifs (fourniture de matériaux bruts par exemple) ont une contrepartie monétaire puisqu'ils s'échangent sur le marché, mais en ce qui concerne les services plus abstraits, tels que la réduction des polluants, la fourniture d'oxygène ou encore la contemplation d'un paysage, il en est tout autrement. Des techniques d'évaluation robustes sont donc nécessaires. Enfin, une

fois les valeurs financières des écosystèmes établies, le problème de leur utilisation et de leur juste insertion dans la société se heurte au système complexe de l'économie et du monde des affaires.

Cet essai propose des pistes de réflexions et de réponses à ces questionnements sur les modalités de l'évaluation économique et en priorité, il est destiné à fournir des recommandations solides pour l'amélioration de l'évaluation économique de la biodiversité à travers un outil en recherche et développement : la BioCompta®.

À partir du moment où l'on admet l'utilité de la valorisation financière de la nature, il est nécessaire de concevoir de nouveaux outils et indicateurs afin de déterminer les valeurs que peut prendre la nature. Gaïadomo, bureau d'étude et de conseil en environnement et biodiversité, s'est doté d'outils innovants et pratiques afin de donner les informations nécessaires à son panel de clients, désireux d'évaluer et de mettre en valeur la biodiversité. BioCompta® est l'outil destiné à mesurer le rendement économique qu'un écosystème ou une unité naturelle fournit à son propriétaire et à la population, en général. Créé en 2009, BioCompta® est aujourd'hui fonctionnel sur le plan technique, néanmoins certains réglages méthodologiques et de nombreux apports bibliographiques sont encore nécessaires pour permettre son utilisation courante. L'objectif ultime du présent travail est donc de fournir des recommandations à Gaïadomo pour l'amélioration de cet outil de valorisation financière de la biodiversité.

Afin d'atteindre cet objectif principal, plusieurs axes de travail ont été déterminés en collaboration avec les experts en biodiversité et les responsables stratégiques de l'entreprise Gaïadomo. La réalisation d'un état de l'art complet sur le principe de l'évaluation économique ainsi que sur les méthodes et les moyens employés permet de disposer des connaissances spécifiques à la discipline. En parallèle, la prise en main de l'outil BioCompta® et l'exploration minutieuse de ses modalités de fonctionnement constituent une étape fondamentale pour la poursuite du projet. Ensuite, la réalisation d'une expérimentation est un moyen d'appliquer la BioCompta® à un cas d'étude précis et d'en retirer des remarques constructives. L'atteinte de ces trois objectifs spécifiques mène naturellement à l'exercice d'une analyse critique et à la formulation des pistes d'amélioration de l'outil. Enfin, la détermination de la place de l'outil dans le système actuel et ses possibilités d'application dans un futur proche terminent la caractérisation de l'outil.

Dans le souci de réaliser un travail irréfutable, les spécialistes du bureau d'étude ont épaulé l'étudiante tout au long de ses démarches. De plus, celle-ci s'est assurée de s'appuyer sur des

sources fiables, récentes et objectives, entre autres par des vérifications systématiques sur l'auteur et le contexte de l'étude. L'évaluation économique de la biodiversité est un sujet d'actualité, qui a fait l'objet de quelques grandes études et de nombreux colloques depuis les dix dernières années. La bibliographie est donc très riche et les sources retenues ont pu être diversifiées. Le rapport du centre d'analyse stratégique français (CAS), élaboré par le professeur Chevassus-au-Louis et son équipe, fait partie des publications les plus complètes et les plus récentes sur le sujet, c'est pourquoi il a été beaucoup exploité tout au long de l'essai (Chevassus-au-Louis et autres, 2009). Bien que le concept de service écosystémique destiné à l'évaluation monétaire et les principes méthodologiques de cette démarche soient extrêmement documentés, l'utilisation des valeurs économiques issues de la bibliographie par des outils performants n'est quasiment jamais évoquée. Faute de ressources littéraires, les pistes d'amélioration de BioCompta® se sont appuyées essentiellement sur l'expertise et le bon sens de l'étudiante et des environnementalistes et naturalistes du bureau d'étude.

La structure de l'essai suit globalement l'ordre des objectifs spécifiques précités. Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'état des connaissances sur la valorisation financière de la biodiversité. Le second chapitre décrit en détail les principes de l'outil, la méthode dédiée ainsi que le logiciel créé spécialement pour la BioCompta®. Le troisième chapitre présente l'étude de cas et propose un retour d'expérience synthétique. Les pistes d'amélioration élaborées pour le perfectionnement de l'outil BioCompta® découlent de l'expérimentation et de la revue de littérature réalisée pour l'état des connaissances. Elles sont énumérées selon leur thème au chapitre quatre. Le chapitre cinq expose les applications possibles de la BioCompta® en fonction de la demande et de l'actualité et présente des initiatives similaires qui pourraient lui faire concurrence, pour conclure sur les perspectives de la BioCompta®.

1 ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

Préalablement aux discussions sur la nature de l'outil BioCompta® et ses éventuelles améliorations, il est nécessaire de disposer d'un portrait complet de la matière dont il traite : l'évaluation économique de la biodiversité. Une importante revue de littérature a permis de faire un rapide état de l'art de la valorisation financière de la biodiversité, de ses principes fondamentaux aux aspects techniques les plus essentiels.

1.1 Bref historique sur l'émergence de l'économie de l'environnement

Une revue chronologique des démarches reliées à l'objectif d'évaluation économique de la biodiversité permet de comprendre la manière dont cette nouvelle approche s'est insérée dans le domaine de la conservation de la biodiversité.

Pour commencer, une succession de paradigmes liés à la préservation de la biodiversité s'opère. Dès la fin du XIXe siècle, une communauté se construit autour de la volonté de protection de la nature, au sens de nature sauvage, suite à la prise de conscience d'une perte de diversité sans précédent. La seconde moitié des années 1980 est marquée par une scientifisation des enjeux de préservation de la diversité biologique dans son ensemble, avec l'apparition de la discipline de la biologie de la conservation et le néologisme de biodiversité. Enfin, au début des années 2000 l'accent est mis sur la gestion des SE et leur commodification. (Maris, 2011)

Philippe Méral distingue trois principales phases dans la genèse de l'économie de l'environnement, dont les éléments clés sont retracés au tableau 1.1 (Méral, 2010).

La première est l'émergence du concept de service écosystémique qui reconnait, dès 1981, que la nature est le système fondamental de soutien à la vie humaine et à son économie (Braat, 2012). Le concept est ensuite intégré dans les sphères académiques en 1997 grâce au recueil *Nature's Services* de Daily (Méral, 2010). En parallèle, la sphère politique reconnait également une valeur économique aux éléments naturels, notamment dans la convention sur les zones humides d'importance internationale (RAMSAR) adoptée en 1971 (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 1994).

Tableau 1.1 : Historique des grandes initiatives institutionnelles ou politiques organisées selon les trois périodes relevées par Phillipe Méral (2010)

Grands travaux à caractère méthodologique	Principales initiatives dans la sphère décisionnelle
Émergence du concept de service écosystémique	
1981 - Ehrlich : *The causes and consequences of the disappearance of species* À l'origine du concept moderne de SE	**1971 - Convention RAMSAR** Reconnait une valeur économique aux ressources naturelles
1997 – Daily : *Nature's Services* Marque la naissance du concept de SE dans les sphères académiques	**1992 - Convention sur la diversité biologique** Volonté de prise en compte de la dimension socioéconomique des écosystèmes
Médiatisation du concept de monétarisation des SE	
1997 – Costanza : *The value of the world's ecosystem services and natural capital* Evaluation des services rendus à l'homme par la biodiversité à l'échelle mondiale par R. Costanza, un des pères fondateurs de l'économie écologique	**1997 - Programme de Paiements pour Services Environnementaux (PSE)** Lancement des approches marchandes des SE
2001 – OCDE : Guide méthodologique pour la monétarisation de la biodiversité Dresse les objectifs et les besoins en termes d'évaluation économique.	**2001 - Directive européenne relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement**
2005 – UNEP : *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) Premier programme à l'échelle mondiale évaluant les interactions entre enjeux économiques, sociaux et environnementaux.	**2000 - Nous les peuples: Rôle des Nations Unies au XXI Siècle** Lancement du Millennium Ecosystem Assessment par le secrétaire général des Nations Unies, Kofi Annan.
Opérationnalisation du concept de SE	
2007 – FAO: *The state of food and agriculture paying farmers for environmental services* Aborde la dimension politique des instruments économiques issus du concept de SE	**2004 - Directive européenne sur la responsabilité environnementale** Demande la prévention et la réparation des dommages environnementaux
2009 - Chevassus-au-Louis et autres : L'approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes Dresse un bilan des connaissances scientifiques sur le thème de la monétarisation des services rendus par les écosystèmes et de la valeur de la biodiversité	**2007 - Rencontre des ministères de l'environnement du G8+5 – Postdam** Formulation d'un intérêt commun pour une évaluation économique de la biodiversité et lancement de la TEEB
2009 – CREDOC : Étude exploratoire pour une évaluation des services rendus par les écosystèmes en France Application du MEA à la France	**2009 – Étude d'impact environnementale pour un projet de loi (France)** Obligation d'accompagner chaque projet de loi d'une étude d'impact environnementale
2010 – UNEP : Étude de l'Économie des écosystèmes et de la biodiversité (TEEB) Série de rapports portant sur l'évaluation économique, selon les besoins des principaux groupes d'utilisateurs	**2010 – Stratégie européenne *La biodiversité, notre assurance-vie et notre capital naturel*** Adoption de la stratégie par la Commission Européenne, partie intégrante de la grande stratégie Europe 2020

Tableau 1.1 : Historique des grandes initiatives institutionnelles ou politiques organisées selon les trois périodes relevées par Phillipe Méral (suite)

Grands travaux à caractère méthodologique	Principales initiatives dans la sphère décisionnelle
2010 – UNEP : Étude de l'Économie des écosystèmes et de la biodiversité (TEEB) Série de rapports portant sur l'évaluation économique, selon les besoins des principaux groupes d'utilisateurs	**2010 – Stratégie européenne *La biodiversité, notre assurance-vie et notre capital naturel*** Adoption de la stratégie par la Commission Européenne, partie intégrante de la grande stratégie Europe 2020
2010 – MNHN : Projet d'évaluation des fonctions écologiques des milieux en France Caractérisation qualitative et quantitative des fonctions écologiques des écosystèmes français en vue d'une évaluation économique des services rendus.	**2012 - *Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES)** Rôle d'interface et de vulgarisation scientifique entre l'expertise scientifique et les gouvernements
2011 - *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) Classification des SE des plus élaborées (Agence européenne de l'environnement)	

La notion de SE facilite ensuite l'arrivée de la monétarisation de la biodiversité. Une seconde période, marquée par la médiatisation de cette commodification de la nature, débute en 1997 avec la publication de l'article phare *The value of the world's ecosystem services and natural capita* (Costanza et autres, 1997). Robert Costanza pose une véritable bombe avec cette publication qui évalue, pour la première fois, les services rendus à l'homme par la biodiversité, à l'échelle mondiale (Méral, 2010). Bien que très critiqué, cet article a le mérite de susciter les débats et les réflexions sur cette discipline naissante (Salles, 2010; Demont et Sourzac, 2011). En parallèle, la mise sur le marché des SE est précoce par rapport aux avancées institutionnelles et théoriques avec les premiers programmes de PSE 1997 (Méral, 2010; Froger et autres, 2010).

Dans les années qui suivent, une série d'ateliers internationaux dédiés à la marchandisation et l'évaluation monétaire de l'environnement ont lieu. Ils débouchent entre autres, sur le lancement de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire ou *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA) en 2001 (Dupras et autres, 2013; MEA, 2005a). Plus de 1300 experts provenant de 95 pays différents se partent alors quatre thèmes de travail : condition et tendances, scénarios, réponses, et évaluations aux échelles mondiales intermédiaires, dont les résultats constitueront des documents de référence dans la détermination des divers SE et leurs contributions au bien-être de l'Homme (MEA, 2005b).

C'est alors que l'évaluation économique de la biodiversité est envisagée comme un outil d'aide à la décision. L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), publie en 2001 un guide méthodologique pour la monétarisation de la biodiversité qui énumère les divers objectifs reliés à l'évaluation économique de la biodiversité (Demont et Sourzac, 2011). La législation commence dès lors à intégrer, elle aussi, la protection de ces services environnementaux, notamment à l'échelle européenne.

Au niveau institutionnel, le MEA donne suite à plusieurs initiatives à diverses échelles (régionale et nationale) dans une troisième grande période incarnée par l'opérationnalisation de la notion de SE et de l'évaluation économique (Méral, 2010). Plusieurs tentatives d'adéquation du concept de SE et surtout de commodification de la nature avec la prise de décision apparaissent (*ibid.*). En vue d'intégrer la valeur des SE dans le système économique, l'Étude de l'Économie des Écosystèmes et de la Biodiversité ou *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB) fourni en 2010 une série de rapports sur l'évaluation économique des écosystèmes, chacun adapté aux besoins des grands groupes d'utilisateurs : décideurs, entreprises, grand public (TEEB, 2010b). Parmi les initiatives à l'échelle de la France, le rapport sur l'approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes dirigé par Bernard Chevassus-au-Louis est devenu une référence en la matière. Ce document du CAS aborde en détail, et de manière critique, l'ensemble des thèmes reliés à ce domaine : les enjeux socio-économiques, la législation, les notions de biodiversité et de SE, les cadres méthodologiques et théoriques potentiels, les enjeux de recherche et l'élaboration de valeurs de référence (Chevassus-au-Louis et autres, 2009).

Finalement, ces dernières années sont marquées par des initiatives visant à intégrer davantage cette approche dans la prise de décision, à toutes les échelles. C'est notamment le but de l'*Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) qui s'emploie à fédérer l'expertise sur les enjeux liés à la biodiversité au niveau international et à instaurer le lien entre les sciences et le monde politique depuis 2012, à l'image du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPBES, 2014).

1.2 Pourquoi donner une valeur économique à la biodiversité?

L'attribution de valeurs aux écosystèmes est un enjeu de taille, aujourd'hui reconnu comme nécessaire non pas pour leur mise sur le marché, mais pour leur insertion dans le processus de prise de décisions.

Deux réalités sont couramment acceptées, celle du rôle majeur et souvent irremplaçable de la biodiversité et celle du caractère menacé des constituants écosystémiques (Chevassus-au-Louis et autres, 2009; Salles, 2010). Concernant le premier aspect, il est démontré que les fonctions écologiques associées aux écosystèmes et à leur biodiversité sont le support de la vie humaine. Il existe une corrélation positive entre le niveau de bien-être social fourni par une large gamme de biens et services environnementaux (B&SE) et le niveau de diversité biologique au sein ou entre les écosystèmes (Salles, 2010). La conservation de la biodiversité est essentielle non seulement pour assouvir les besoins vitaux humains à l'heure actuelle, mais également pour l'assurance vie que la biodiversité représente. La planète recèle donc d'un « capital écologique » (Chevassus-au-Louis et autres, 2009) sur lequel s'appuient les activités humaines actuelles et futures, mais aussi celles du passé; celui-ci étant actuellement une source d'innovation pour le développement durable de demain.
Ce capital naturel a déjà été largement exploité par l'Homme et sa détérioration s'exprime aujourd'hui par une érosion accélérée de la biodiversité et des ressources naturelles de manière plus générale, incluant les produits de l'activité passée des êtres vivants (*ibid.*). Alors que certains scientifiques parlent d'une sixième extinction de masse engendrée par les activités humaines (Barbault, 2005; Olivieri et Vitalis, 2001), la dégradation des écosystèmes, dont la motivation première était d'épargner des coûts leur étant liés, par exemple pour la production agricole, coûte cher à l'humanité (Chevassus-au-Louis et autres, 2009).

L'évaluation économique de la biodiversité cherche à attribuer une valeur à la nature, en relation avec les deux précédents constats. La visée de cette estimation est de communiquer l'importance d'une utilisation rationnelle de la nature ainsi que de justifier les investissements dans le capital naturel et les mesures de protection de la biodiversité (TEEB, 2013).

Une précision importante réside dans le fait que l'objectif de l'évaluation économique n'est pas de donner un prix à la biodiversité ou à un espace naturel. Il s'agit de donner une valeur de référence et non une valeur absolue d'un bien ou d'un service relié à la biodiversité (salles, 2011). La biodiversité ne doit en aucun cas devenir un bien marchand, de sorte que celui qui en paie le prix annoncé ait le droit de la détruire (Salles, 2010). Ces valeurs de référence issues de l'évaluation économique pourront contribuer à une prise en compte plus efficace ou plus juste de la biodiversité dans sa globalité, alors que des mesures de protection existent déjà pour la biodiversité remarquable (Pujol et Salles, 2010).

À travers la littérature, on peut ressortir trois grands objectifs d'une approche économique. D'abord, elle permet une sensibilisation de divers publics à la connaissance accrue des services fournis gracieusement par la nature à la reconnaissance des problématiques environnementales, afin d'encourager un changement de perception de l'opinion publique comme des décideurs (Le Pochat et autres, 2013). En second lieu, il s'agit de favoriser la prise en compte des aspects environnementaux dans les processus de décision à travers des arguments monétaires (*ibid.*). Ce langage commun à tous permet de rendre tangible la valeur réelle du capital naturel, malgré les incertitudes qui y sont liées (Demont et Sourzac, 2011). La biodiversité n'a pas de prix lorsqu'elle n'est pas échangée sur le marché. Cette légitimité économique provient donc du pouvoir de la valeur monétaire de résumer à elle seule toute l'information du marché (Boisvert et Vivien, 1998). Cela permet d'internaliser les externalités négatives, soit les décisions de certains acteurs qui influent négativement sur le bien-être des autres (*ibid.*). Enfin, l'élaboration d'outils de conservation, de protection, et parfois de compensation, est le troisième objectif de cette approche et découle des deux autres (Maris, 2011). Il est important de souligner cependant que l'évaluation économique de la biodiversité n'est pas un outil de protection de la biodiversité à proprement parler (Devictor, 2014). Elle est un outil d'aide à la décision visant à orienter la société vers les meilleurs choix en matière d'exploitation des ressources naturelles et d'utilisation des biens environnementaux fournis par les systèmes naturels et donc indirectement par la biodiversité. Ceci est d'autant plus important dans un pays développé tel que la France qui a à la fois une réelle liberté de choix, la capacité d'impacter irréversiblement des milieux naturels et une influence certaine au niveau international. La France est également concernée de près par sa position biogéographique qui lui confère un territoire riche en termes de biodiversité grâce à ses départements et territoires d'outre-mer (Chevassus-au-Louis et autres, 2009).

L'évaluation économique peut s'exprimer à différentes échelles selon la visée attribuée. À l'échelle macroéconomique, elle cherche à élaborer des instruments de gestion et de gouvernance à travers l'approche d'une valeur des SE à grande échelle (pays, grands biomes ou même la planète entière). Au niveau microéconomique, elle participe à l'analyse des impacts des choix et comportements et donc à la mesure des effets locaux. (Demont et Sourzac, 2011)

Plusieurs exemples peuvent témoigner de l'intérêt de conserver les SE démontrent que la perte de biodiversité et la dégradation des systèmes naturels représentent inévitablement un coût pour l'Homme et que l'évaluation économique vient jouer comme un indicateur efficace

pour en aviser les élus. En 2008, 500 à 700 tonnes de poissons sont retrouvés morts dans des cages à poissons dans les eaux maritimes de Grèce. La réduction de l'afflux d'eau douce dans le golfe semble être à l'origine de l'incident dont le coût de restauration des fonctions nécessaires au rétablissement de l'écosystème est estimé à 7 millions d'euros (*ibid.*). La même année, les experts estimaient que la réduction de moitié des taux de déforestation d'ici à 2030 permettrait de réduire les émissions de dioxyde de carbone de 1,5 à 2,7 gigatonnes de CO_2 et ainsi d'épargner à la société 3,7 trillions de dollars américains de dommages dus aux changements climatiques (TEEB, 2010b). En effet, les pertes dues aux catastrophes naturelles, engendrées par les changements importants du climat mondial, ont quadruplé en l'espace de 30 ans selon la Banque mondiale (Inconnu, 2013). Le climat représenterait ainsi près de 16 % des coûts des assurances françaises et pourrait bientôt devenir le premier poste des assurances (Boughriet, 2014).

Ainsi, l'évaluation de la biodiversité a une portée normative, dont le but est d'éclairer et d'orienter (Salles, 2010). Elle n'est cependant pas le seul outil possible pour intégrer la valeur de la nature dans le processus de décision. Des indicateurs de SE, à l'évaluation monétaire, en passant par les cartes présentant les flux des avantages écosystémiques, les approches sont multiples et ont chacune leurs lots d'avantages et d'inconvénients (TEEB, 2013). Aux décideurs de prendre en compte l'ensemble des informations à leur portée, qu'elles soient qualitatives, quantitatives ou monétaires (*ibid*).

1.3 Comment donner une valeur économique à la biodiversité?

La juste insertion de la valeur des milieux naturels dans le système économique est complexe et peut passer par plusieurs chemins (Dupras et autres, 2013). Une des démarches les plus récentes, et plus abouties que le MEA, propose une représentation claire du paradigme des SE selon le schéma de la figure 1.1 (Salles, 2011; Haines-Young, 2010). Ainsi, Haines-Young identifie une cascade où les structures biophysiques permettent un éventail de fonctions écologiques, lesquelles sont à l'origine de SE dont l'Homme tire des bénéfices, pour aboutir à la détermination d'une valeur économique de chaque bénéfice *(ibid.*). Les extrémités de la chaine sont également reliées par les pressions socioéconomiques qui agissent autant sur la qualité des milieux naturels que sur la détermination de la valeur.

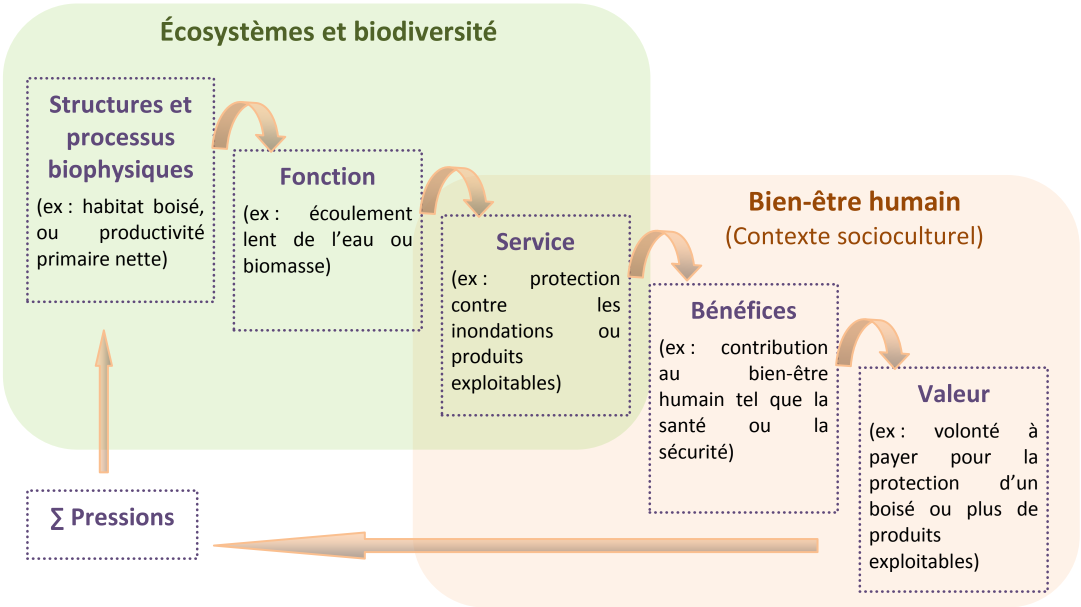


Figure 1.1 : De la structure et la fonction des écosystèmes aux services écosystémiques, bénéfices et valeurs (traduction libre de : TEEB, 2010a, p. 11)

1.3.1 Autour du concept de services écosystémiques

Le MEA insiste sur les liens existant entre les écosystèmes et le bien-être humain, notamment à travers l'approche des services d'origine écosystémique (MEA, 2005a). Ils sont alors définis comme les services que procurent les écosystèmes, dont les humains peuvent tirer des bénéfices. Ces services ont une valeur pour la société humaine selon leur utilité ou bien leur impact direct ou indirect sur le bien-être de l'être humain. (Demont et Sourzac, 2011)

Les SE sont compartimentés selon le type de bien ou de service fourni. Plusieurs classifications existent. Une comparaison globale des plus célèbres classifications est fournie à l'annexe 1. Le MEA admet qu'il existe quatre types de services écologiques : les services de prélèvement (ou d'approvisionnement), les services de régulation, les services culturels ainsi que les services d'auto-entretien (ou de support), comme illustré sur la partie gauche de la figure 1.2. Les services de prélèvement approvisionnent l'espèce humaine en nourriture, en eau, en bois de construction et en fibre par exemple. Les services de régulation assurent le contrôle des processus écosystémiques et affectent principalement le climat, les inondations, la maladie, les déchets, et la qualité de l'eau. Les services culturels procurent des bénéfices récréatifs, esthétiques, et spirituels. (MEA, 2005)
Les classifications existantes s'accordent globalement sur ces trois premiers types de services. Le MEA ajoute à ces trois catégories, des services d'auto-entretien tels que la formation des

sols, la photosynthèse et le cycle nutritif (*ibid.*), tandis que la TEEB ainsi que De Groot et son équipe proposent des services de soutien correspondant, par exemple, au cycle des nutriments, au cycle de vie des espèces ou encore aux pools génétiques (TEEB, 2010a; TEEB, 2010b; De Groot et autres, 2002). Plus récemment, la classification fournie par la CICES propose un agencement en neuf classes regroupées uniquement sous les trois thèmes approvisionnement, régulation et culturel, abandonnant les services de soutien (Haines-Young et Potschin, 2013). En effet, ces services ont fait l'objet de controverses étant donné qu'ils sont sous-jacents aux autres services (Maris, 2013). Par exemple, le service d'auto-entretien qu'est la photosynthèse est la condition même du service de maintien de la qualité de l'air fourni par les végétaux, puisque c'est par le processus photosynthétique que la plante absorbe du dioxyde de carbone et rejette de l'oxygène. Ainsi, la prise en compte des services de soutien pourrait impliquer le double comptage d'un même bénéfice (*ibid.*).

Le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (CREDOC), dans l'application du MEA à la France, définit 43 grands types de SE pour le territoire français, basé sur l'identification de six types d'écosystèmes terrestres, quatre d'eau douce continentale et qautre marins (CREDOC, 2009). Ces services sont également de trois registres comprenant 15 services d'approvisionnement, 15 services de régulation et 13 services à caractère social (*ibid.*).

Cette définition amène à constater que l'espèce humaine, pensant être protégée des changements environnementaux par la culture et la technologie, est fondamentalement dépendante du flux des SE. Le MEA fait donc un lien direct entre le bien-être humain et la fourniture des biens et services d'origine écosystémique, dont la relation est représentée à la figure 1.2. Selon cette étude, le bien-être de l'Homme est composé des éléments de base pour une vie agréable à savoir la liberté et la possibilité de choisir, la santé, les bonnes relations sociales et la sécurité. (MEA, 2005b)

Finalement, Chevassus-au-Louis, conclut que l'approche la plus réaliste de l'évaluation des écosystèmes passe par une évaluation de la liste des SE que l'on pourra additionner (se référer à la section 1.3.4). Malgré certaines failles et critiques soulevées à la section 1.4, cette approche intégratrice permet de ne pas se limiter aux composantes de la nature puisqu'elle met l'accent sur leurs interactions (Chevassus-au-Louis et autres, 2009).

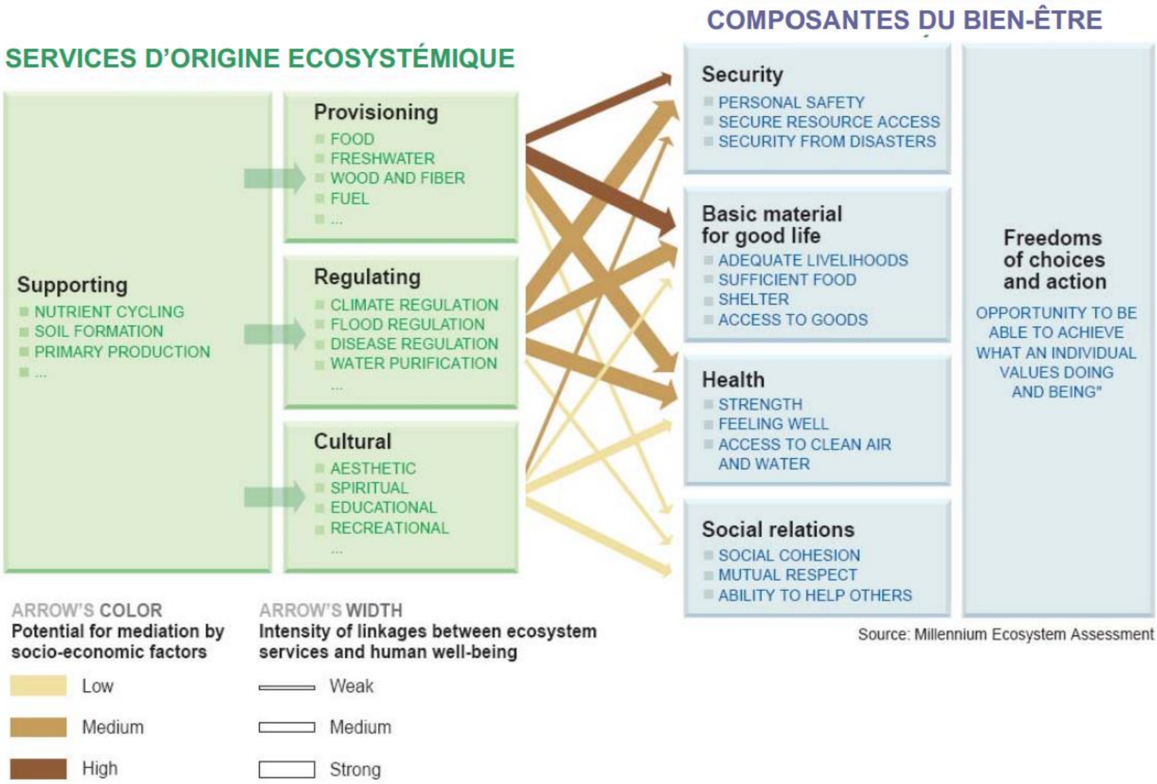


Figure 1.2 : Liens entre services d'origine écosystémique et bien-être humain (tiré de : MEA, 2005b, p. 13)

1.3.2 La biodiversité comme bien économique

À la base de la valeur économique, une distinction s'opère entre la valeur intrinsèque et la valeur instrumentale d'un objet (Farber et autres, 2002). La valeur intrinsèque suppose le respect de la vie pour son existence tandis que la valeur instrumentale est fondamentalement anthropocentrique et se base sur l'apport de satisfaction humaine par l'objet en question. La valeur intrinsèque peut alors être perçue comme infinie et la valeur instrumentale mesurable par les outils économiques. Ces deux visions distinctes de la valeur ont été portées par deux types d'approche de la biologie de la conservation. D'un côté, les conservationnistes ont une vision romantique et s'intéressent au bien-être des êtres sensibles. D'un autre côté, les gestionnaires incarnent la vision utilitariste et cherchent à valoriser les richesses naturelles (Devistor, 2014; Maris, 2013). La valeur intrinsèque défendue en 1992, lors du sommet de la terre à Rio, a été concurrencée par la valeur économique, sujet principal du sommet Rio +20 porté sur l'économie verte (Nations Unies, 2012; Devictor, 2014). La société se dirige donc vers une vision économique de la valeur de la nature, anthropocentrée et utilitariste (Farber et autres, 2002, Salles, 2010). Dans ce cas, la valeur d'une action ou d'un objet est jugée à l'aune

de la somme de ses contributions (positives ou négatives) à la satisfaction des préférences individuelles et donc au bien-être de la société (Salles, 2010).

L'approche microéconomique impose l'existence de trois composantes : des biens ou des services (ici il s'agit de services d'origine écosystémiques), des agents et des marchés économiques (Dupras et autres, 2013). C'est ensuite, une logique d'offre et de demande qui régule les prix. Ici, l'offre se caractérise par les liens qui unissent les communautés avec la nature et les services qu'elle rend : les B&SE. Ces SE rendus ne sont pas uniformes, ni en termes quantitatifs ni en termes qualitatifs, ce qui engendre une gradation dans leur appréciation et introduit la notion de rareté (Dupras et autres, 2013). Ainsi, si la satisfaction de la demande (soit les besoins des usagers) implique de renoncer à d'autres avantages, alors le bien est rare. D'autre part, l'utilité relative d'un bien définit l'importance de la demande (*ibid.*). Cela mène à une distinction entre valeur d'utilité et valeur d'échange, soit la valeur du bien sur le marché. Cela peut s'illustrer par un exemple simple: l'eau est un élément d'utilité vitale alors que le diamant non et pourtant le prix de l'eau est moindre (Salles, 2011). La valeur économique des objets et services tend finalement à s'exprimer selon leur équivalence subjective dépendante de leur utilité et leur rareté (*ibid.*; Farber et autres, 2002; Salles, 2010); l'appréciation de l'utilité et de la rareté étant elle-même dépendante des préférences des agents et du contexte institutionnel (Salles, 2010).

Finalement, les notions économiques se heurtent aux caractéristiques propres des éléments naturels qui sont des biens communs et publics et sont souvent considérés comme acquis. Ceci rend difficile la démarche d'attribution d'une valeur marchande aux écosystèmes. (Maris, 2013)

1.3.3 Bilan des méthodes d'évaluation financière de la biodiversité

Après avoir déterminé les objets pouvant être soumis à l'analyse économique et les concessions que celle-ci engendre, il s'agit de se pencher sur la méthode à emprunter. Le développement de méthodes visant à donner une valeur aux écosystèmes s'effectue depuis les années 1950. Les travaux les plus récents se sont articulés autour de la notion de SE et ont mené à l'élaboration de techniques constituant une boite à outils multivariée desservant le cadre décisionnel (Dupras et autres, 2013). En effet, bien que ces techniques restent controversées et très imprécises, leur pertinence est avérée (Demont et Sourzac, 2011).

Les approches méthodologiques dépendent souvent du type de service écosystémique étudié et de moyens disponibles pour l'évaluation. Les services d'approvisionnement sont des biens marchands, ils ont donc déjà une valeur d'échange, alors que les services de régulation et les services culturels ne sont généralement pas échangés sur les marchés et sont donc plus difficiles à évaluer (*ibid.*). Trois types d'approches ont été développés : les techniques basées sur les coûts de maintien des services rendus, les techniques basées sur les comportements vis-à-vis d'un bien ou d'un service écosystémique marchand dont le but est de révéler les préférences des individus, et enfin les techniques basées sur les préférences déclarées, obtenues à partir d'un scénario fictif. Il existe également des méthodes de transfert de bénéfices qui permettent de transposer les résultats d'une étude précédente au cas d'intérêt. Ces dernières ne sont pas des techniques d'évaluation en soit, elles sont plutôt un moyen de standardiser les valeurs précédemment obtenues de façon à pouvoir les utiliser dans d'autres situations. Le transfert de bénéfices est souvent utilisé pour sa rapidité et son coût très peu élevé. (TEEB, 2010c; Salles, 2010; Dupras et autres, 2013)

Les méthodes d'évaluation sont variées et parfois complémentaires. Elles ont chacune leurs forces et leurs faiblesses influençant le choix de la technique pour chaque cas d'étude. La définition de chaque méthode accompagnée d'un exemple et de leurs principaux atouts et défauts est proposée dans le tableau 1.2 ci-dessous.

Globalement, il ressort des critiques sur les méthodes d'évaluation de la valeur des SE, une réticence à l'utilisation des techniques basées sur les préférences. La biodiversité et les SE associés sont un bien complexe : les individus en retirent de l'utilité par plusieurs voies. De plus, le public n'étant généralement pas familier avec ces notions, un biais important se ressent dans les résultats. Chevassus propose alors d'associer des informations provenant des agents-citoyens et d'autres issues des compétences d'experts dans une même technique d'évaluation, cependant aucune méthode de ce genre n'existe encore. (Chevassus-au-Louis et autres, 2009)

Tableau 1.2 : Panorama des principales caractéristiques des différentes méthodes d'évaluation des services écosystémiques (compilation d'après : TEEB, 2010c, p.25; Dupras et autres, 2013; Reveret et autres, 2008)

Méthode d'évaluation	Définition	Exemple	Forces	Faiblesses
Évaluations basées sur le marché ou sur les coûts				
Prix de marché	Estimation de la valeur économique des B&SE qui sont achetés ou vendus sur les marchés commerciaux par l'approche du surplus du consommateur.	Mesurer les bénéfices entraînés par le nettoyage d'une aire de pêche commerciale	• Reflète les préférences réelles et individuelles; • Données faciles à obtenir	• Ne s'applique qu'aux biens commerciaux; • Ne reflète pas l'ensemble des SE • Imperfections du marché et des politiques biaisent la valeur estimée • Variation constante des prix
Basée sur les coûts • **Coût évité** • **Coût de remplacement** • **Coût de restauration**	Estimation de la valeur d'un B&SE selon la valeur des coûts que la société est prête à assumer pour éviter les dommages reliés à la perte d'un écosystème ou pour le remplacer	Valeur de la recharge des nappes souterraines à partir des coûts liés à l'obtention d'eau provenant d'autres sources	Facilité d'utilisation	• Manque de précision •Ne tient pas compte des préférences sociales et des comportements des individus • Sous-estime généralement les bénéfices
Variation de production	Estimation de l'impact des variations en termes de qualité ou de quantité de B&SE sur la production de produits et services.	Valeur de l'épuisement des sols mesuré par la perte de productivité agricole et l'augmentation des coûts de production	Utile pour estimer les valeurs d'usage indirect	• Limitée aux SE qui servent d'intrants dans la production de produits /services commercialisés • Peut sous-estimer la valeur d'un écosystème
Préférences révélées				
Méthode des coûts de transport	Estimation de la valeur des sites de loisirs à travers les dépenses de voyage engagées par les individus pour s'y rendre et y séjourner	Chasse du cerf	Basé sur les préférences réelles	• Utilisation limitée, ne mesure que la valeur d'usage directe • Nécessite beaucoup de données •Hypothèses restrictives sur le comportement du consommateur (surestimation de la valeur d'un site)
Méthode des prix hédoniques	Estimation de la valeur de certaines variables environnementales (paysage, qualité de l'eau, etc.) ayant un effet sur les prix de marché	Valeur d'une prucheraie centenaire située à proximité d'un développement résidentiel	• Bonne représentativité des préférences réelles • Non controversée	• Ne capture que les préférences pour les variables écosystémiques observables •Plusieurs manipulations de données •Nécessite un haut niveau d'expertise •Nécessite l'accès à d'imposantes bases de données
Préférences déclarées				
Méthode d'évaluation contingente	Méthode basée sur la création d'un marché hypothétique où les individus doivent révéler leurs préférences pour ce bien non marchand à travers une enquête sous forme de questions ouvertes.	Valeur de la qualité de l'eau émergeant de la volonté à payer des individus pour augmenter la qualité de l'eau d'un lac ou d'une rivière pour en profiter (nager, naviguer ou pêcher)	• Flexible dans son application •Résultats faciles à analyser •Méthode la plus acceptée pour évaluer la valeur économique des valeurs de non-usage	• Méthode controversée • Peut extraire les préférences des individus selon leurs attitudes et non selon leurs intentions comportementales • Résultats sensibles à des sources de distorsion • Aucune familiarité des individus avec la valeur des B&SE
Choix expérimentaux	Évaluation de la valeur à partir de scénarios hypothétiques formulés combinant différents niveaux de qualité à un coût spécifique dans un questionnaire		• Facilite l'utilisation de la méthode de transfert de bénéfices • Choix de réponses qui facilitent l'analyse • Minimise plusieurs biais amenés par la méthode d'évaluation contingente	• Peut extraire les préférences des individus selon leurs attitudes et non selon leurs intentions comportementales • Difficultés quand le nombre d'attributs et les niveaux des attributs sont élevés • Nécessite des traitements statistiques poussés • Biais du à la transposition des réponses en monnaie
Approche délibérative	Évaluation de la valeur économique et sociale à la suite d'un processus de délibération d'un groupe de citoyens représentant la communauté		Met l'accent sur ce que les individus attendent collectivement comme société	• Méthode encore récente
Transfert de bénéfices				
Transfert de bénéfices	Estimation de la valeur économique des B&SE en adaptant à la situation étudiée, les résultats d'études complétées dans un endroit ou un contexte connexe		• Peu coûteuse • Rapide •Permet de faire des estimations générales	• Peu d'études disponibles • Fournit des valeurs estimatives

1.3.4 Valeur économique totale

La valeur économique de l'ensemble des éléments naturels est couramment regroupée sous la notion de valeur économique totale (VET). Celle-ci s'intéresse à la proportion de SE présent dans la société actuelle tout en considérant les individus qui en bénéficient directement ou indirectement. Ainsi, la valeur économique totale est ventilée en plusieurs catégories, des valeurs d'usage direct des produits consommables aux simples valeurs d'existence des objets, illustrée dans la figure 1.3. Ces valeurs sont de moins en moins tangibles à mesure qu'elles se rapprochent des valeurs de non usage.

Depuis le travail réalisé par l'économiste John Krutilla, la VET est divisée en deux sous-groupes : les valeurs d'usages et les valeurs de non usage (Krutilla, 1967). Les valeurs d'usage regroupent les avantages tirés par un agent de la consommation directe de biens naturels ou indirectement par les pratiques y étant liées mais n'entrainent pas nécessairement leur consommation. Les valeurs d'usage sont de trois types. Premièrement, les valeurs d'usage direct représentent la valeur véhiculée sur les marchés économiques issue des usages de consommation directe (bois d'œuvre, biens alimentaires, etc), des usages productifs (ressources industrielles dont pharmaceutiques) ainsi que des usages n'impliquant par la consommation tels que les usages d'ordre récréatif. Elles englobent donc la totalité des services d'approvisionnement et certains services culturels. Deuxièmement, les valeurs d'usage indirect regroupent les valeurs générées par la nature à travers les services de régulation, généralement non véhiculées sur le marché. Troisièmement, les valeurs d'options incarnent un potentiel d'usage futur des ressources naturelles et concerne donc l'ensemble des SE. (TEEB, 2010c)

Les valeurs de non-usage, plus difficilement quantifiables, participent au bien-être humain à travers les bénéfices culturels. Elles sont composées des valeurs de legs et des valeurs d'existence. Les valeurs de legs sont liées au fait que les générations futures pourront profiter elles aussi des ressources naturelles alors que les valeurs d'existence incarnent la simple satisfaction de savoir que les écosystèmes et leurs services sont présents, indépendamment des bénéfices directs. Les valeurs de non-usage sont difficiles à évaluer par les économistes et ne font pas l'objet d'un consensus, ce qui peut freiner leur prise en compte (Salles, 2010). (Chevassus-au-Louis et autres, 2009; Dupras et autres, 2013; TEEB, 2010c)

La variété de ces catégories de valeurs montre le compromis entre la reconnaissance d'une valeur instrumentale et d'une valeur plus large avec une vision désintéressée de la préservation de l'environnement, qu'offre la VET. Le recours à la VET est donc pratique pour donner une seule et même valeur à l'ensemble des écosystèmes et des services associés. Néanmoins, certains points négatifs sont soulignés par Chevassus-au-Louis comme le problème de l'addition de résultats issus de méthodes diverses ou l'incompatibilité des échelles des SE parfois très différentes les unes des autres (Chevassus-au-Louis et autres, 2009).

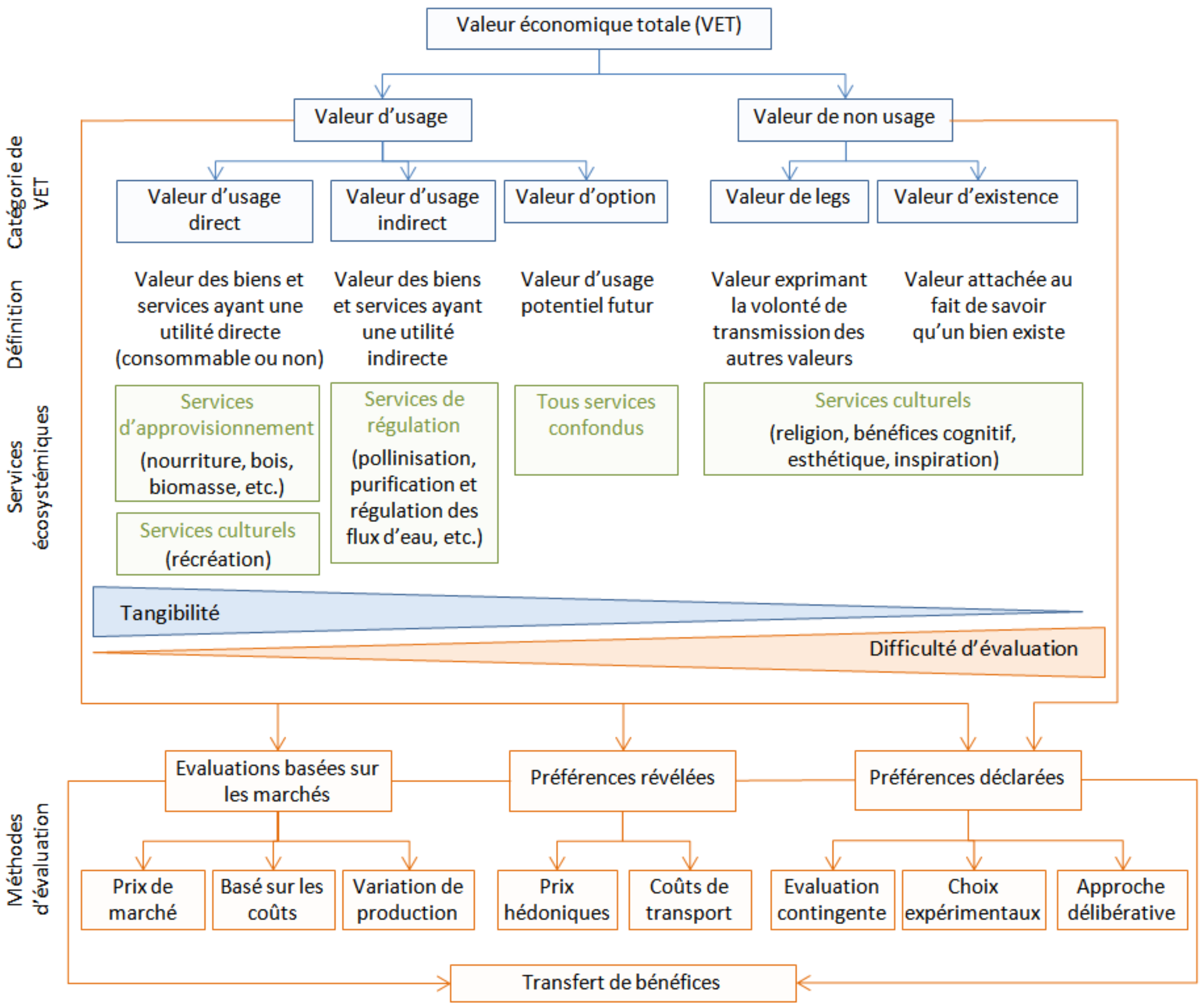


Figure 1.3 : Décomposition de la valeur économique totale accompagnée des services écosystémiques et des méthodes d'évaluation associées (compilation d'après : Ministère fédéral de la coopération économique et du développement, 2011, p. 2; TEEB, 2010c, p. 14 et 16; Dupras et autres, 2013, p. 40 et Bertram et Rehdanz, 2013, p. 28)

1.4 Incertitudes et questionnements actuels

Établie dans le but de réduire la complexité des choix en matière de projets et de politiques, l'évaluation économique a suscité des critiques en tout genre, particulièrement sur les méthodes employées. Cette approche utilitariste a également nourri beaucoup de débats autour de questions d'ordre éthique. (Boisvert et Vivien, 1998)

1.4.1 Limites méthodologiques de l'évaluation économique des SE

La valorisation économique des SE comporte des limites méthodologiques qui rendent les résultats peu fiables et l'exploitation de ces résultats délicate (Le Pochat, 2013). En effet, l'exercice se heurte au manque de connaissances humaines sur la complexité et la subtilité des interactions au sein des composantes naturelles comme dans le domaine socio-économique.

Parmi les principales limites techniques, il y a le manque d'information à différents niveaux. La biodiversité est encore mal inventoriée, et la part connue est certainement peu représentative du tout. Ensuite, la détermination des SE à partir des éléments naturels est difficile et peut négliger certaines fonctions écologiques, celles-ci étant extrêmement complexes. (Chevassus-au-Louis et autres, 2009)

De plus, cette détermination des services que rendent les écosystèmes à l'humanité se rapporte uniquement à leurs impacts positifs, considérant que la nature est faite pour contenter le bien-être humain (CREDOC, 2009). Certains aspects de la nature nous desservent (maladies, catastrophes naturelles, prédation, etc.) et ils n'en sont pas moins importants dans le contrôle des processus naturels (Maris et autres, 2013; Barton et Gomez-Baggethun, 2013).

En outre, ces services écologiques résultent de processus complexes à une échelle qui dépasse celle de l'Homme. Par exemple, des pressions peuvent s'accumuler progressivement jusqu'à l'atteinte d'un point de basculement, entraînant un bouleversement de l'écosystème et la perte de fonctions écologiques (Demont et Sourzac, 2011). Ainsi il est possible que certaines espèces disparaissent avant même de constater un changement dans les SE (Maris et autres, 2013). Enfin, la relation entre services rendus et biodiversité n'est pas linéaire : seulement 103 espèces contribuent à 90 % de l'apport alimentaire mondial en végétaux (Prescott-Allen et Prescott-Allen, 1990).

Un des principaux défis de l'évaluation économique est donc de composer avec les connaissances et les compétences techniques disponibles. L'évaluation est réduite à une partie de la gamme complète des services écosystémiques comme le suggère la pyramide de la figure 1.4. Au fur et à mesure de l'évaluation des écosystèmes, qualitative, quantitative puis monétaire, le manque d'informations s'accentue (représenté par la zone grisée). Même pour les services les mieux connus, les limites techniques des outils économiques réduisent d'autant plus la fidélité monétaire de l'évaluation à la réalité. (Sukhdev, 2008; Demont et Sourzac, 2011)

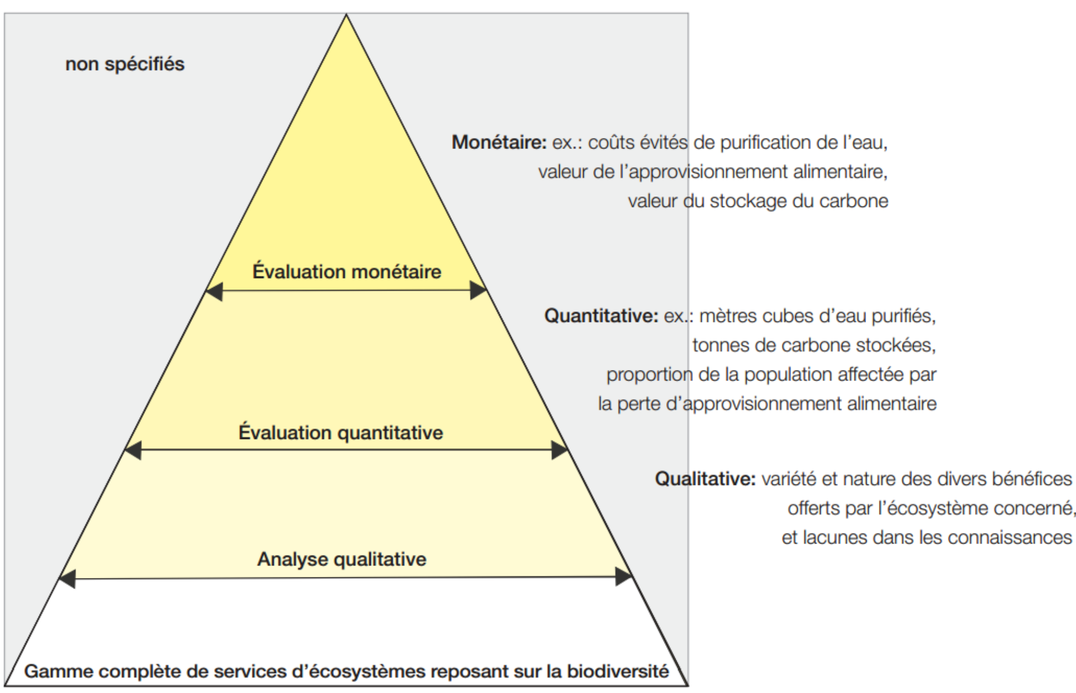


Figure 1.4 : Limites dans l'évaluation monétaire des écosystèmes (Tiré de : Sukhdev, 2008, p. 33)

Malgré ce déficit de compréhension et d'intégration des phénomènes naturels, la perte de biodiversité et des services associés est un fait avéré. Le MEA reconnait qu'approximativement 60 % des SE sont menacés à l'heure actuelle, ce qui justifie leur intégration au système socio-économique (Salles, 2010).

1.4.2 Principales controverses d'ordre éthique

La majorité des critiques sont tournées vers des questions éthiques autour de la commodification de la nature. G. Heal, traduit puis cité notamment par Chevassus, a rédigé un célèbre énoncé :

> « Si notre préoccupation consiste à conserver ces services (écosystémiques), l'évaluation est largement non pertinente. J'aimerais insister sur un point : en matière de protection de la nature, l'évaluation n'est ni nécessaire ni suffisante. Nous conservons beaucoup de choses que nous n'évaluons pas et peu de ce que nous évaluons ». (Chevassus-au-Louis et autres, 2009, p. 147)

Dans un premier temps, c'est l'aliénation de la biodiversité qui dérange. Cela revient à admettre qu'elle est commensurable de la même manière que les autres marchandises (Boisvert et Vivient, 1998). De plus, ces approches anthropocentriques et instrumentales des écosystèmes se limitent aux seuls bénéfices que l'Homme peut en tirer, dévalorisant ainsi la biodiversité (Maris, 2011). Ce réductionnisme monétaire qui simplifie la complexité et la diversité du monde naturel fait partie des plus anciennes critiques (Méral, 2010).

Selon Odum et Odum, l'existence même de l'évaluation monétaire serait à l'origine de la perte des services d'origine écosystémique (Odum et Odum, 2000). Le regard de l'Homme se détournerait des problèmes liés à l'épuisement des ressources naturelles en tant que tel pour se concentrer sur la capacité de l'économie à intégrer ces changements (*ibid.*; Méral, 2010). Avant cela, White avait déjà identifié la vision moderne de la nature comme le moteur idéologique de la crise de la biodiversité à laquelle la société humaine fait face (White, 1967; Le Pochat, 2013). C'est également l'avis de certains contemporains qui estiment que la crise de la biodiversité ne se résoudra pas avec des initiatives techniques. Virginie Maris écrit : « on s'évertue à chercher de meilleurs moyens sans jamais questionner les fins » (Maris, 2011, p. 1). Ainsi certains philosophes environnementaux démontrent les limites de l'anthropocentrisme et souhaitent des enjeux de conservation plus terre à terre en passant par une approche pluraliste (Maris et autres, 2013).

En outre, le fait d'accorder une quantification monétaire des écosystèmes peut mener à certaines dérives. Comme cela a été souligné à plusieurs reprises, la valorisation financière de la biodiversité n'inclut en aucun cas sa marchandisation. Néanmoins, le risque des outils financiers est la transformation de n'importe quel bien ou objet en bien marchand. En termes de développement par exemple, il existe un risque de prioriser un habitat fournissant de nombreux services et de délaisser des habitats d'intérêt écologique supérieur (Biodiversity Skills, 2012).

Selon la TEEB, aux vues des nombreuses critiques ou interrogations qui regardent l'évaluation économique des SE, il n'en reste pas moins que des estimations approximatives de la valeur des SE peuvent contribuer à une meilleure gestion des ressources naturelles et participer à l'élaboration de politiques plus affinées, d'autant plus si l'hypothèse alternative suppose que la nature a une valeur équivalente à zéro, ou à l'infini (TEEB, 2010b; Demont et Sourzac, 2011). De plus, si la démarche de valorisation financière de la biodiversité a beaucoup été contestée par des objections d'ordre éthique ou la recherche de finalités, les questions actuelles sont davantage d'ordre méthodologique, admettant l'intérêt d'une approche monétaire de la nature (Le Goff, 2014).

2 BIOCOMPTA® : EXPÉRIMENTATION DE VALORISATION FINANCIÈRE DE LA BIODIVERSITÉ

La BioCompta® est un outil expérimental développé par le bureau d'étude et de conseil Gaïadomo, Il est destiné à faciliter la détermination de la valeur monétaire d'un milieu naturel ou d'une parcelle à un moment fixé dans le temps, dans divers objectifs. Les principes de cette démarche innovante ainsi que les techniques d'évaluation pensés par Gaïadomo seront présentés dans le présent chapitre.

2.1 Fondamentaux et principes de l'outil

Avec la BioCompta®, Gaïadomo se plie aux hypothèses de base qui s'accordent avec la démarche de l'évaluation économique vue au premier chapitre. Globalement, nous retiendrons que la valeur de la biodiversité n'est ni infinie ni nulle et elle peut être estimée par l'étude des marchés des comportements humains ou encore des préférences individuelles. C'est en s'appuyant sur ces principes fondamentaux que Gaïadomo a défini sa démarche et son approche méthodologique propre, à l'égard de la valorisation financière de la biodiversité.

La BioCompta® est destinée à fournir une valeur monétaire annuelle d'un terrain, à titre indicatif. Il s'agit, non pas de déterminer un prix négociable sur le marché, mais d'évaluer la valeur écologique minimum d'un foncier à travers les usages actuels et futurs de la biodiversité ainsi que par sa valeur d'existence. Ainsi, les résultats de la BioCompta® exprimés sous forme d'un rendement économique qui donne une idée du potentiel des actifs naturels en termes financier mais également en termes de ressources. En effet, le terme de rendement économique (ou écosystémique), choisi par le bureau d'étude, renvoie à la notion économique de rentabilité des capitaux employés (Larousse, 2014). En d'autres termes, le rendement écosystémique évalue la production de B&SE fournis par un site, en termes monétaires et rappelle la vision anthropocentrée. Ce rendement s'exprime en Euros par an et résulte de la somme du rendement écosystémique de l'habitat, de la faune et de la flore, dans un cadre spatio-temporel précis. (Gaïadomo, 2013a)
Cet indicateur monétaire peut servir à plusieurs finalités (sensibilisation, comptabilité d'entreprises, prise de décision, etc.) qui sont abordées dans le détail au chapitre 5.

2.1.1 Approche méthodologique

La méthodologie utilisée dans le cadre de la BioCompta® se décompose en quatre à cinq étapes. Une première phase est consacrée à la définition d'un foncier. Il s'agit de délimiter le terrain et de réaliser une recherche bibliographique préliminaire afin de déterminer les principaux intérêts liés au cas d'étude (historique, protection, inventaires passés, mode de gestion, etc.). En second lieu, les inventaires naturalistes sont réalisés au regard de la faune, de la flore et des habitats. Cette étape de caractérisation des milieux naturels assure une conformité optimale de la valeur au cas d'étude. Les étapes suivantes consistent en la compilation d'informations et la manipulation des données. Les valeurs économiques compilées dans la base de données (BD) BioCompta®, nommées valeurs brutes, serviront de ressource pour l'évaluation monétaire de la parcelle. Néanmoins, une vérification des valeurs disponibles dans le programme BioCompta® peut révéler

un manque de valeurs pour certains habitats ou certaines espèces spécifiques. Malgré toute l'énergie investie dans la recherche bibliographique de valeurs, il se peut qu'une phase de recherche de données s'avère tout de même nécessaire, du moins pour les premières études (Gaïadomo, 2014a). Vient ensuite l'étape du calcul de la valeur financière des habitats, de la faune et de la flore à travers l'actualisation et l'ajustement des valeurs, extrêmement facilité par l'outil Excel BioCompta®. Cette étape de valorisation monétaire est détaillée dans les paragraphes suivants. Enfin, la phase finale consiste à l'analyse du résultat fourni par l'outil sous la forme d'un rendement écosystémique annuel en euros.

La détermination du rendement écosystémique à travers le logiciel se fait en quatre étapes. La première est la recherche de valeurs à partir d'une revue de la littérature. Dans le cas des espèces, ce peut être n'importe quel type de valeur, notamment des valeurs justes issues de la jurisprudence, des valeurs marchandes ou bien des valeurs issues de la préférence des utilisateurs. Ainsi, la recherche de valeurs d'espèces s'effectue au sein d'études déjà effectuées ou directement sur le marché (selon le prix de vente par exemple). Afin de pouvoir valoriser par individu, lorsque la valeur est issue d'un consentement à payer (CAP), la notion de taille minimale pour une population viable (*Minimum Viable Population Size*) intervient pour déterminer une valeur brute. Selon la règle de Franklin et Soule (Franklin et autres, 1980), la taille minimale pour qu'une population ait 90 % de chance de survie dans les 100 prochaines années s'élève à 50 individus. Le CAP, en euros par foyer et par an, est alors multiplié par le nombre de foyers interrogés puis divisé par 50. Concernant les habitats, ce sont les valeurs de chaque service écosystémique relié à chaque type d'habitat qui sont recherchées. Ces valeurs sont déterminées à partir de diverses méthodes d'évaluation, toutes abordées à la section 1.3.3. Des banques de données regroupant les études faites sur l'évaluation économique des SE existent. L'annexe 2 en fait la liste, mise à jour au début de l'année 2014. La banque de données mondiale EVRI, par exemple, regroupe déjà un certain nombre d'études (EVRI, 2014; Olivier, 2013). Ces valeurs de référence font ensuite l'objet d'un transfert de bénéfice simple pour les adapter au cas d'étude. En effet, le site d'étude doit ressembler sensiblement au cas d'application et des ajustements doivent être réalisés pour une représentativité optimale de la valeur finale. Ce transfert de bénéfice ajuste la valeur trouvée dans la bibliographie selon les dimensions d'espace et de temps ainsi que selon les caractéristiques biophysicochimiques : c'est ce qui est appelé l'actualisation et l'ajustement de la valeur.

L'actualisation, deuxième étape de la démarche, consiste à transposer la valeur déterminée dans le cas d'étude à une valeur actuelle. En économie, l'actualisation est le procédé qui permet de comparer la valeur d'un bien ou d'un service qu'il rend à différentes périodes dans le temps (CGDD, 2010a). La détermination du taux d'actualisation se fait à travers un arbitrage entre un investissement dans un capital et un même placement, cette fois-ci sur les marchés financiers (CGDD, 2010b). Les investissements réalisés par les administrations, les entreprises ou encore les particuliers visent à améliorer leur avenir de telle sorte qu'une dépense actuelle doit permettre un bénéfice ultérieur. Dans le système actuel, un investissement s'avère intéressant que s'il rapporte au moins autant qu'un placement à taux fixe à la banque. Ainsi le taux d'actualisation suit celui du taux d'intérêt pour un futur proche. Au-delà d'un horizon de 30 ans, le taux d'intérêt est limité et

devient insuffisant pour juger de la pertinence d'un projet touchant à l'environnement. Pour cela, le taux d'actualisation appliqué est identique à celui employé pour d'autres calculs socio-économiques et s'élève à 4 % pour une période inférieure à 30 ans (*ibid.*; TEEB, 2010b). L'actualisation se fait par la pondération de la valeur avec un coefficient de la forme $1/(1+r)^n$ avec r le taux d'actualisation annuel, soit 0,04, et n le nombre d'année d'écart entre l'année d'étude et l'année en cours (Salles, 2010). L'actualisation est éventuellement précédée d'un changement de devise qui s'effectue à l'aide du convertisseur de devise nommé OANDA (OANDA, 2014). Le travail d'actualisation de la valeur est réalisé en amont, afin que toutes les valeurs contenues dans le programme soient prêtes à être manipulées. Cette étape permet d'obtenir l'unité de valeur écologique actualisée qui s'exprime en Euros (€)/ha/an pour les habitats et en €/individu/an pour les espèces. Il est nécessaire de préciser que dans le cas des habitats, la valeur brute d'un service écosystémique ne s'exprime pas toujours en €/ha/an dans la littérature. Le renseignement d'attributs spécifiques au site d'étude, appelés paramètres spécifiques, est alors requis. Il peut s'agir de caractéristiques écologiques ou physico-chimiques propres au milieu, telles que le nombre moyen d'arbres à l'hectare ou l'abondance de lombrics, ou bien de données socio-économiques, telle que la fréquentation du milieu ou la surface exploitée.

La troisième étape est l'ajustement de la valeur grâce à des paramètres généraux, définis à la section 2.2.2. Ces paramètres ou attributs de conservation, comme le statut de protection ou encore la connectivité du milieu pour les habitats, sont préétablis pour la majorité d'entre eux (il y a une liste déroulante de propositions) et sont pris en compte pour tous les habitats et toutes les espèces. Ainsi tous les habitats sont jugés sur les mêmes critères, tout comme toutes les espèces entre elles. Ce nouvel ajustement de la valeur fait en sorte que les caractéristiques (écologiques, physiques, réglementaires, etc.) les plus importantes soient comptabilisées, et ce de manière équitable. Cette étape aboutit à la formulation d'une valeur écologique ajustée.

La dernière étape est la modulation de la valeur par l'intermédiaire de paramètres supplémentaires. Ceux-ci sont spécifiques : ils peuvent varier d'un cas à l'autre tel que la nidification pour les oiseaux ou le nombre de pieds pour les végétaux. Pour les habitats c'est là qu'intervient, notamment, la surface de la parcelle afin de déterminer la valeur en €/an. Cette étape permet de définir le rendement écosystémique pour les habitats, la faune et la flore. La somme de ces trois valeurs donne le rendement écosystémique total en €/an.

La description de la méthodologie, résumée au tableau 2.1, montre un effort certain d'adaptation et d'ajustement de la valeur économique au cas d'étude. La succession d'injection des paramètres divers et variés dans le calcul permet de se rapprocher au plus près de la réalité et rajoute une exigence en terme de connaissances sur le milieu à valoriser. Cela rend le bureau d'étude le mieux placé pour réaliser l'exercice.

Tableau 2.1 : Méthode de détermination du rendement écosystémique total établi par Gaïadomo (Tiré de : Gaïadomo, 2014, p. 14)

Habitat (Corine EUNIS)	Faune	Flore
Valeur économique issue de la bibliographie		
Rendement économique des services écosystémiques (€/ha/an)	Valeur brute (€/an) - Valorisation à l'individu >0, sauf espèces invasives =0	Valeur brute (€)
Actualisation (4%, CAS 2009)		
Unité de valeur écologique actualisée (€/ha/an)	Unité de valeur écologique actualisée (€/an)	Unité de valeur écologique actualisée (€/an)
Ajustement de la valeur (paramètres généraux)		
Unité de valeur écologique ajustée (€/ha/an) Qualité intrinsèque, statut protection, intérêt patrimonial, engagement international, connectivité	Unité de valeur écologique ajustée (€/an) Protection, menace, endémisme, rôle écologique, potentiel biologique	Unité de valeur écologique ajustée (€/an) Protection, menace, statut d'indigénat, rôle écologique
Valorisation (Paramètres supplémentaires)		
Rendement des services écosystémiques (€/an) Frayère, surface (ha), socioculturels, etc.	Rendement écosystémique (€/an) Temps de présence dans l'habitat , nidification, type de gîte, stade du cycle de vie, nombre d'individus	Rendement écosystémique (€/an) Nombre de pieds, etc.
Rendement écosystémique total (€/an)		

2.1.2 Interface Excel et mode d'utilisation

Les informations permettant au programme de fonctionner sont toutes contenues dans le fichier Excel dédié à la BioCompta® (Gaïadomo, 2013b). Elles sont organisées de manière logique dans les feuilles Excel et il est possible de basculer de l'une à l'autre à l'aide d'onglets. Les premiers onglets de l'outil Excel sont la page d'accueil, qui illustre le principe de la BioCompta®, et la page de garde, qui fait un récapitulatif des principaux résultats de l'analyse.

Les feuilles contenant le cœur de l'information sont celles des bases de données, des listes déroulantes et des feuilles à compléter à chaque utilisation : habitat, valorisation habitat, faune et flore. Les BD se retrouvent dans les onglets qui portent respectivement le nom du sujet des données stockées : BD habitat, BD valorisation habitat, BD flore et BD faune. De manière générale, les BD contiennent les formules reliant les cellules entre elles, les mises en page ainsi que les attributs standards s'il en existe, pour chaque ligne. L'onglet BD valorisation habitat héberge les données relatives aux SE : valeurs brutes, liens bibliographiques, paramètres spécifiques, détails des calculs, etc. Les BD constituent donc les ressources sur lesquelles s'appuient les feuilles à compléter. L'onglet « listes déroulantes » contient les plages nommées utilisées par le programme et permet une modification des constantes.

La feuille habitat est à remplir par l'utilisateur du programme. Ce dernier rentre chaque parcelle les unes après les autres et renseigne les paramètres généraux et spécifiques qui lui sont demandés. Ces données sont copiées dans la feuille valorisation habitat pour l'actualisation et fournit une valeur d'habitat en €/ha/an, qui est la somme des SE. Cette valeur est à son tour retournée dans l'onglet habitat où elle est ajustée selon les paramètres spécifiques, afin d'obtenir une valeur économique totale de l'habitat ou rendement des SE en €/an. Les feuilles flore et faune sont également à compléter par l'utilisateur qui renseigne l'espèce à aller chercher dans la BD

ainsi que les paramètres de pondération qui permettront d'obtenir la valeur finale des populations.
Les onglets synthèse et analyse graphique fournissent respectivement le rendement économique des parcelles et les caractéristiques relatives à cette valeur (valeur prise en compte, participation relative, etc.). Enfin, le programme héberge la bibliographie liée aux valeurs brutes.

Il existe plusieurs modes d'utilisation du logiciel permettant l'affichage des seuls onglets et paramètres nécessaires selon l'objectif de la manipulation. L'onglet Pilotage programme permet de basculer entre les différents modes. Le mode modification du programme affiche toutes les composantes décrites ci-dessus. Les spécialistes peuvent ainsi modifier ou compléter les paramètres fondamentaux de l'outil et le remanier. Le mode démonstration client permet de conserver seulement les éléments nécessaires à la compréhension du programme et masque les détails techniques pour une meilleure lisibilité. Le mode étude de site, utilisé pour un cas d'étude concret masque les onglets BD, les barres de formule et les autres aspects qui permettraient de modifier l'interface. Un mode réglage d'étude permet de modifier une étude déjà réalisée ou en cours de réalisation. Enfin, une dernière option est la réinitialisation du programme qui efface les données renseignées pour l'étude précédente et permet d'en débuter une autre, avec une interface vierge.

L'interface du programme Excel se veut instinctive et claire. Le déroulement d'une utilisation basique en mode étude de site, illustré à la figure 2.1, se fait de la manière suivante. Après avoir renseigné la page de garde, l'utilisateur se place sur l'onglet habitat où il ajoute les parcelles une à une. À chaque entrée de parcelle, une fenêtre modale est à remplir par l'utilisateur avec les caractéristiques de la parcelle, le code de l'habitat, les paramètres généraux puis spécifiques. Il est possible de revenir sur cette fenêtre en tout temps afin de modifier ou supprimer les informations. Les paramètres spécifiques des habitats peuvent également être visualisés et modifiés dans l'onglet valorisation habitat. Une fois les habitats renseignés, l'utilisateur peut entrer la faune et la flore en se positionnant sur les onglets correspondants. De la même manière que pour l'habitat, l'utilisateur remplit les caractéristiques de l'espèce et les paramètres requis dans une fenêtre modale, à chaque ajout. Le calcul se fait alors automatiquement, même si certaines données sont manquantes. En outre, le programme est censé être capable de s'assurer de la cohérence des données entrées (bonne syntaxe, ensemble des informations nécessaires pour le calcul, etc.). Finalement, le programme fait automatiquement la somme des valeurs obtenues dans chacun des onglets (habitat, faune et flore) afin de déterminer le rendement écosystémique par parcelle puis le rendement total.

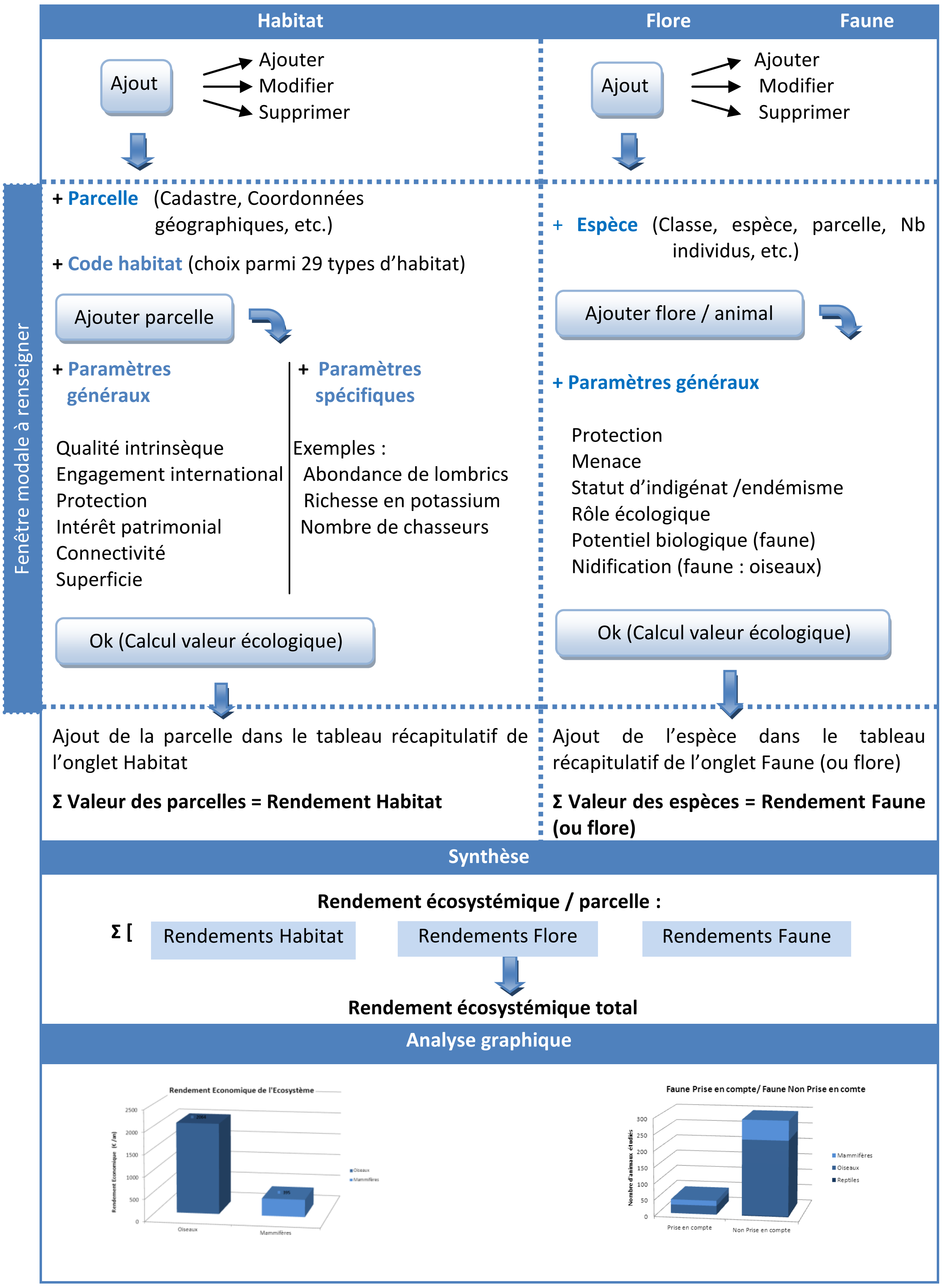


Figure 2.1 : Schématisation du déroulement d'une utilisation simple en mode étude de site

2.2 Détails techniques de l'attribution de valeurs monétaires

La méthodologie à utiliser pour obtenir un rendement écosystémique le plus réaliste possible a été longuement réfléchie avec les conseils de spécialistes dans le domaine de la recherche tels que M. Jean-Michel Salles, directeur de recherche au CNRS de Montpellier et M. Jean-Pierre Amigues, directeur de recherche à l'INRA de Toulouse. Certains aspects sont d'ailleurs encore en construction, et l'ensemble est en amélioration continue.

2.2.1 Choix des éléments à valoriser

La BioCompta® cherche à prendre en compte l'ensemble des éléments caractérisant la biodiversité. Il convient donc de comptabiliser chacune des espèces animales ou végétales qu'elles soient ordinaires ou d'intérêt patrimonial ainsi que leurs fonctions dans le système complexe du vivant, et plus précisément dans leur habitat. L'habitat, délimité au sein d'une parcelle dans le programme, correspond à une unité biologique uniforme dans sa composition animale, végétale et paysagère. Les fonctions écologiques sont reflétées à travers les services d'origine écosystémique, à l'interface entre les propriétés naturelles des écosystèmes et les bénéfices que l'Homme peut en tirer, tels que définis dans le premier chapitre. Le lien polymorphe entre la biodiversité et les SE convient d'être précisé. La biodiversité joue un rôle direct, facilement perceptible par la production d'aliments et de matériaux bruts. Elle joue également un rôle indirect à travers la fourniture des SE de régulation et culturels tout en favorisant d'autres services. Par exemple, la couverture végétale diminue l'érosion en renforçant la cohésion de la structure du sol et en diminuant le ruissellement. Réciproquement, la biodiversité profite de certains services tels que le service d'écrêtement des crues qui engendre la présence de milieux humides, eux-mêmes extrêmement favorables à la biodiversité. (Kettunen et Ten Brink, 2006; CGDD, 2011)

Selon le professeur Chevassus-au-Louis, la connexion entre la biodiversité et les SE s'exprime par deux principales relations : une première corrélation positive entre la biodiversité et le niveau moyen des SE et une autre entre la biodiversité et la stabilité de ces services (Chevassus-au-Louis et autres, 2009). Cette connexion se fait grâce à la capacité des espèces à remplir des fonctions écosystémiques et à augmenter la résilience d'un écosystème. Le maintien des SE dépend, en fait, de la composition et des caractéristiques des espèces (espèces dominantes, espèces pivots, etc.) ainsi que de la richesse spécifique (le nombre d'espèces présentes) (CGDD, 2011). Ainsi, la fourniture de SE est directement dépendante de l'état de conservation de la diversité biologique.
Finalement, la réflexion sur cette relation entre biodiversité et SE a abouti à une logique comprenant deux entités de comptage différentes. La première correspond aux espèces, soit la diversité des organismes vivants, et la seconde correspond aux fonctions écologiques de l'écosystème, à travers les SE.

2.2.2 Méthodes de calcul et pondération de la valeur économique

Le calcul mathématique de la valeur des habitats et des espèces traduit les processus d'actualisation et d'ajustement. Les paramètres généraux et spécifiques qui interviennent dans l'attribution d'une valeur sont très importants. Ces derniers sont déterminés grâce aux investigations de terrain ou à des recherches bibliographiques (Bernier et autres, 2011). Les détails de calculs, contenus dans le manuel d'utilisation de l'outil BioCompta® (Gaïadomo, 2013b), sont décrits ci-dessous pour les habitats puis pour les espèces.

Cinq paramètres généraux interviennent dans la valeur de l'habitat : la qualité intrinsèque du milieu, la protection, l'intérêt patrimonial, l'engagement international et la connectivité. De manière à ce que cette modulation double la valeur au maximum, chaque paramètre peut avoir

une valeur entre 0 et 0,2, dans l'hypothèse où ils ont une importance équivalente. La pondération des paramètres se base sur les données bibliographiques disponibles, les résultats d'évaluations écologiques du bureau d'étude (exemple : BioÉvaluation®, diagnostic écologique) et sur l'expérience des spécialistes (écologistes, botanistes, faunisticiens, etc.). La qualité intrinsèque du milieu rend compte de l'état de conservation de l'habitat ajouté. Elle peut être favorable, moyenne ou dégradée. La BioÉvaluation® de Gaïadomo, un outil de valorisation écologique, détermine, entre autres, la qualité du milieu. Si la qualité intrinsèque est favorable, la valeur du paramètre est de 0,2, 0,1 si elle est moyenne et 0 dans le cas où le milieu est dégradé. Le second paramètre est le statut de protection de l'habitat. La protection peut-être réglementaire telles que les réserves biologiques, les réserves intégrales de parc national, les parcs nationaux (zone cœur) ou d'une autre nature, telles que les réserves de biosphère, les parcs naturels régionaux ou marins (INPN, 2014a). Ces derniers sont regroupés sous le terme de protections contractuelles. Dans le cas où la parcelle cumule une protection réglementaire et contractuelle, le paramètre vaut 0,2, 0,1 dans le cas où il y a un des deux types de protection et 0 s'il n'y en a aucune. L'intérêt patrimonial est également pris en compte dans le cas où la parcelle comporte une forte richesse écologique. C'est le cas des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) et des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO). Ce paramètre permet de prendre en compte la diversité biologique, tout taxons confondus, et n'est donc pas redondant avec la valorisation des espèces qui ne peut pas comptabiliser la totalité des espèces réellement présentes sur le site. Les sites présentant un fort intérêt patrimonial bénéficient, la plupart du temps, d'un statut de protection; le paramètre vaut alors 0,2. Les ZNIEFF et les ZICO pondèrent le paramètre à 0,2 également. Certains espaces naturels comportant un intérêt à l'échelle internationale font l'objet d'engagements internationaux. Ils sont alors visés par la convention RAMSAR ou le Programme *Man And Biosphere*. Ces engagements témoignent d'un intérêt patrimonial à grande échelle et apportent une valeur de 0,2 au paramètre. La connectivité est le dernier paramètre général pour les habitats. Elle fait intervenir l'intégration fonctionnelle de l'habitat dans le milieu environnant. La BioÉvaluation® est en mesure de l'estimer. La connectivité peut être forte et confère au paramètre une valeur de 0,2; 0,1 si elle est moyenne et 0 dans le cas où elle est nulle.

Ces paramètres permettent donc de réaliser l'ajustement de la valeur selon l'intérêt patrimonial et écologique de l'habitat. Le calcul de l'unité de valeur écologique ajustée (Q) est le suivant :

$Q = (P. \delta) \times (1+ \varepsilon)$ où $0 \leq \varepsilon' \leq 1$, avec P, la valeur brute issue de la bibliographie, δ, le taux d'actualisation et ε la somme des valeurs des cinq paramètres ci-dessus énoncés.

Deux indicateurs finaux sont comptabilisés dans le cas des habitats : la surface afin d'obtenir une valeur en €/an à partir d'une valeur à l'hectare, ainsi que la présence ou non de frayère. Les frayères sont le lieu où se reproduisent les poissons et les amphibiens, et par extension les mollusques et les crustacés. Elles jouissent donc d'un fort intérêt écologique et doublent la valeur finale de l'habitat dans le cas où leur présence est avérée. Le paramètre a une valeur de 1 s'il n'y a pas de frayère et ne pénalise donc pas l'habitat. Cela permet ainsi de calculer la valeur écologique totale ou le rendement des services écosystémiques (Ye) à l'aide de la formule suivante :

Ye = Q x h_a x *frayères* avec Q la valeur écologique ajustée, h_a la surface et *fr* la présence ou non de frayère.

Enfin, un coefficient de fonctionnalité peut être attribué à chaque habitat afin de pouvoir surévaluer certaines parcelles d'intérêt particulier (propriétés spécifiques, remarquables, rôle primordial dans le territoire, etc.) selon les dires des experts.

Le calcul de la valeur des espèces est similaire. Pour chaque parcelle, les espèces recensées sont renseignées dans BioCompta®. Avant tout, il est important de spécifier que BioCompta® valorise par individu et non par espèce. De même que pour l'ajout d'une parcelle, l'ajout d'une espèce s'accompagne d'un renseignement de cinq paramètres d'ajustement. Les paramètres généraux prévus pour la valorisation de la faune sont : le statut de protection, le degré de menace, le niveau d'endémisme, le rôle écologique de l'espèce ainsi que la potentialité biologique.

Le premier paramètre permet d'apprécier le niveau de protection de l'espèce. Les statuts de protection sont pré-rentrés dans l'outil grâce à une BD relative à ces statuts, élaborée par Gaïadomo. La protection à l'échelle nationale accorde une valeur de 0,2 au paramètre, à l'échelle européenne 0,14 et à l'échelle internationale 0,07. Elle est nulle lorsque l'espèce ne fait l'objet d'aucune protection. Le degré de menace permet d'apprécier l'état de conservation de l'espèce. Pour cela, la typologie élaborée par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) est utilisée dont une grande partie des statuts sont pré-rentrés dans le programme, de la même manière que pour la protection. Le plus fort degré de menace a été choisi parmi les statuts de la liste rouge française UICN et la liste rouge mondiale UICN. Plus la menace qui pèse sur l'espèce est importante et plus la valeur accordée au paramètre augmente : 0,2 si l'espèce est en danger critique, 0,16 si elle est en danger, 0,12 lorsqu'elle est vulnérable, 0,08 si elle est menacée, 0,04 si elle fait l'objet d'une préoccupation mineure et 0 si aucun danger de disparition n'est établi. L'endémisme représente la répartition géographique de l'espèce. Autrement dit, c'est le caractère propre à une espèce d'avoir une aire de distribution bien délimitée et réduite dans le monde (Encyclopedia Universalis, 2014). L'UICN définit cinq niveaux d'endémisme dans le cas de la biodiversité du territoire français. Du plus large au plus restreint paléarctique/cosmopolite, paléarctique occidental, Méditerranée/Europe, subendémique (macro-régional) et Micro-endémique à endémique (local, régional). Le niveau d'endémisme est généralement pré-rentré dans le programme BioCompta®. La valeur du paramètre s'accroit de 0,05 avec l'augmentation du niveau d'endémisme, le niveau Paléarctique/cosmopolite valant 0 et le niveau micro-endémique valant 0,2. Le rôle écologique est un paramètre qui distingue les espèces qui ont une influence particulièrement importante dans le fonctionnement de l'écosystème et dont la présence est indispensable à d'autres espèces et/ou participe de manière importante au maintien de l'écosystème (super-prédateur, espèce source de nourriture exclusive pour une espèce rare, …). Il ne sous-entend pas que certaines espèces n'ont aucun rôle au sein de l'écosystème. Ce rôle peut être fort et concède une valeur de 0,2 au paramètre ou il est faible ou inconnu et accorde une valeur nulle au rôle écologique. Le dernier paramètre est le potentiel biologique qui distingue les espèces qui ont des vertus thérapeutiques connues et celles qui ont un intérêt pour le biomimétisme. Par exemple, le venin de certains serpents est utilisé en médecine (Latoxan, 2014).

La valeur du paramètre est donc de 0,2 si le potentiel thérapeutique est avéré, de 0,1 s'il fait l'objet de bio-inspiration et nul s'il est inconnu ou inexistant.

De la même manière que pour les habitats, le renseignement de ces paramètres permet d'obtenir la valeur écologique ajustée (Q'):

> $Q' = (P.\ \delta) \times (1+ \varepsilon')$ où $0 \leq \varepsilon' \leq 1$, avec P, la valeur brute issue de la bibliographie, δ, le taux d'actualisation et ε' la somme de la valeur des cinq paramètres ci-dessus énoncés.

Des paramètres supplémentaires sont à remplir afin d'obtenir la valeur totale de l'espèce. Ainsi, le temps de présence effectif de l'espèce dans l'habitat naturel de même que le nombre d'individus sont nécessaires pour définir une valeur en €/an. Selon le taxon ajouté, le stade du cycle de vie, le type de gîte ou la nidification est éventuellement à renseigner. La valeur totale de l'espèce animale (ou son rendement écosystémique, Xe) est obtenue à partir du calcul suivant :

> Xe = Q' x N x K x nidification x *stade du cycle de vie* x *type de gîte* avec N, le nombre d'individus et K le temps de présence effectif dans l'habitat, et les autres paramètres supplémentaires, spécifiques au taxon.

Ainsi, les espèces ont toute une valeur de par leur existence. Certaines peuvent avoir une valeur de 0 parce que les données manquent, mais leur présence sera quand même mentionnée. Le cas des espèces invasives est particulier : elles sont valorisées à 0 puisqu'elles ne sont pas censées être présentes dans un habitat non perturbé. Ceci est un parti pris de Gaïadomo. L'espèce invasive n'est pas notée négativement puisqu'une espèce invasive à une époque peut devenir endémique à une autre époque. De plus, toute espèce a un « droit de vie » (Le Goff, 2014).

Concernant la flore, la démarche se rapproche beaucoup de celle utilisée par la faune. La formule de calcul n'a pas encore été fixée; cependant, le principe reste identique : trouver une valeur brute dans la bibliographie, l'ajuster en fonction des attributs du végétal puis avec son abondance dans la parcelle. Les paramètres actuellement retenus sont : la protection (locale, régionale, nationale, européenne/communautaire ou internationale), la menace (danger critique, en danger, vulnérable, quasi menacé, préoccupation mineure ou sans), le statut d'indigénat (plante assimilable à la flore locale, situation intermédiaire ou plante non assimilable à la flore locale) ainsi que le rôle écologique (fort, faible ou inconnu).

2.3 Bases de données BioCompta®

Les BD rassemblent l'ensemble des valeurs et données chiffrées issues de la littérature naturaliste, de documents économiques, ou encore de la jurisprudence (Gaïadomo, 2013b). Un formidable travail de recherche, de compilation et de traitement d'information est à l'origine de la construction de ces BD.

2.3.1 État d'avancement

La BD habitat contenant toutes les valeurs issues de la bibliographie habitat par habitat est en construction. Le choix de la découpe de l'information relative aux SE selon les différents habitats s'est appuyé sur un travail de référence réalisé par le CGDD (Gaïadomo, 2013c). Afin d'obtenir une

représentativité de la diversité des milieux permettant d'appréhender les fonctions écologiques identifiées par le CGDD, ce dernier a élaboré une typologie des milieux naturels français selon une comparaison des typologies *Corine Land Cover*, *European Union Nature Information System* et Corine Biotope. Cette démarche a abouti à la définition de 9 classes de milieux, regroupant au total 29 milieux différents (CGDD, 2010b). Le niveau de détail de cette typologie, que l'on nommera typologie CGDD, est suffisant pour la valorisation des habitats. Une échelle plus petite aurait nécessité la définition d'éléments caractéristiques supplémentaires (Gaïadomo, 2013c). De plus, il est rare que les évaluations économiques des SE des différents habitats soient plus précises. Cela aurait mené à donner des valeurs identiques aux différents milieux.

Environ une dizaine d'habitats sont en partie valorisés dans la BD actuelle (Gaïadomo, 2013b). Une valeur de référence, des paramètres d'ajustement et une formule de calcul sont associés à chaque service écosystémique des habitats de la BD. Les habitats naturels déjà complétés sont les plus communs comme les bois et forêts ou les prairies. Les habitats manquants sont donc soit ceux pour lesquels aucune donnée n'a été trouvée, tels que les garrigues et les landes, ou encore ceux qui ont été mis de côté, du fait d'un moindre intérêt.

La BD faune contient actuellement environ 550 valeurs d'espèces faunistiques, principalement des mammifères, des oiseaux, des amphibiens et des reptiles (Gaïadomo, 2013c). Ces valeurs sont principalement des valeurs marchandes et correspondent à la rentabilité de l'espèce pour les éleveurs (Gaïadomo, 2013b). Concernant les oiseaux, les valeurs s'appuient sur le jugement rendu lors du procès du naufrage de l'Erika (Agence France-Presse (AFP), 2001) : toutes les espèces se sont vues affecter une valeur de 75 euros par individu. Gaïadomo a ensuite divisé cette valeur par la durée de vie de l'espèce afin d'obtenir une valeur annuelle (Gaïadomo, 2013b). Une feuille Excel annexe à la BioCompta® contient les paramètres relatifs à chaque espèce : le niveau d'endémisme, les statuts de protection, le niveau de menace et le potentiel biologique. Ce dernier a été identifié selon les vertus thérapeutiques de quelques espèces. Le seul paramètre qui se détermine au cas par cas selon l'étude est le rôle écologique. La BD faune est sans cesse complétée avec les nouvelles données bibliographiques trouvées par l'équipe.

La BD flore comporte les valeurs monétaires d'environ 60 espèces (Gaïadomo, 2009). Celles-ci sont des plantes médicinales ou aromatiques et ont été valorisées principalement à partir du prix de marché. La partie Flore de la BioCompta®est encore en développement autant pour ce qui est de la constitution de la BD que pour la méthode d'évaluation, avec l'aide extérieure d'un ancien enseignant d'ethnobotanique à l'Université de Lille, M. Jean-Claude Bruneel.

2.3.2 Recherche de nouvelles données

Dans le but de compléter la BD habitats, une recherche bibliographique a été réalisée. Les objectifs de cette revue de littérature étaient multiples : lister les SE associés à l'habitat, rechercher des valeurs économiques et enfin rechercher des paramètres possibles à renseigner afin d'ajuster la valeur. Le tableau 2.2 ci-dessous récapitule les données présentes dans la BD habitats avec en vert, les habitats pour lesquels les SE sont tous quantifiables et en rosé, les habitats qui ont fait l'objet de la recherche bibliographie ci-dessous présentée.

Tableau 2.2 : État de la BD par habitat (Les cases rosées correspondent aux habitats pour lesquels des valeurs ont été recherchées; les cases vertes correspondent aux habitats pour lesquels toutes les valeurs brutes ont été recueillies)

Typologie	Valeurs de SE recueillies dans BioCompta®
1. Habitats marins	
1.1 Zones intertidales, roches, sédiments, sable, vase, généralement sans végétation	Aucune valeur bibliographique trouvée Des valeurs pouvant être renseignées au cas par cas
1.2 Mers et océans, zones au-delà de la limite des plus basses marées, fonds marins	Quelques valeurs de services de régulation, d'approvisionnement et culturels
2. Habitats côtiers, surfaces en eaux maritimes, zones soumises aux marées, dunes continentales	
2.1 Plages de sable et de galets, dunes littorales et continentales	Quelques valeurs de services de régulation et culturels
2.2 Lagunes littorales	Quelques valeurs de services culturels
2.3 Estuaires	Quelques valeurs de services de régulation, d'approvisionnement et culturels
2.4 Marais maritimes	Quelques valeurs de services de régulation, d'approvisionnement et culturels
3. Surfaces en eau douce continentales	
3.1 Surfaces d'eau stagnante	Services d'approvisionnement
3.2 Surfaces en eau courante, rivières, fleuves sources, canaux	Services d'approvisionnement et culturels
4. Zones humides	
4.1 Marais intérieurs, tourbières de transition	Tous services écosystémiques
4.2 Tourbières	Tous services écosystémiques
5. Prairies et milieux à végétation arbustive ou herbacée	
5.1 Prairies, surfaces enherbées denses	Tous services écosystémiques
5.2 Pelouses et pâturages naturels, prairies humides, pelouses alpines et subalpines	Tous services écosystémiques
5.3 Forêt et milieux à végétation arbustive en mutation	Quelques services de régulation et d'approvisionnement
5.4 Landes et broussailles tempérées, broussailles alpines et subalpines	Quelques services de régulation et d'approvisionnement
5.5 Maquis, garrigue, landes épineuses méditerranéennes, milieux à végétation sclérophylle	Quelques services de régulation et d'approvisionnement
6. Bois et forêts	
6.1 Forêts de feuillus caduques et à feuilles persistantes	Tous services écosystémiques
6.2 Forêts de conifères	Tous services écosystémiques
6.3 Forêts mixtes	Tous services écosystémiques
7. Espaces ouverts sans végétation ou avec peu de végétation	
7.1 Éboulis, rochers, falaises, affleurements, grottes 7.2 Glaciers et neiges éternelles	Aucune donnée
7.3 Milieux à végétation clairsemée	Quelques services de régulation et culturels
8 Territoires agricoles cultivés	
8.1 Terres arables irriguées et hors périmètre d'irrigation	Plusieurs valeurs de services de régulation, d'approvisionnement et culturels
8.2 Rizières	Plusieurs valeurs de services de régulation et culturels
8.3 Cultures permanentes : vignes, vergers et petits fruits, oliveraies, plantations	Quelques services de régulation
8.4 Zones agricoles hétérogènes	Quelques services de régulation
9. Habitats artificialisés	
9.1 Espaces verts, parcs, jardins	Plusieurs valeurs de services de régulation et culturels
9.2 Équipements sportifs et de loisirs 9.3 Sites d'extraction industrielle, mines, décharges, chantiers	Aucune valeur bibliographique trouvée Des valeurs pouvant être renseignées au cas par cas
9.4 Marais salants exploités	Quelques valeurs de services de régulation et culturels

Une méthode rigoureuse a été appliquée pour réaliser la recherche de données. Tout d'abord, les banques de données et moteurs de recherches facilement disponibles et adaptés ont été exploitées. Le moteur de recherche *google scholar* a permis de trouver les études et rapports scientifiques facilement accessibles sur internet. Les outils de recherche avancée des bibliothèques des universités de Montpellier et de Sherbrooke ont été utilisés. Les banques de données accessibles par l'Université de Sherbrooke sont très riches et fournissent des données dont l'accès est souvent refusé au public sur les périodiques scientifiques en ligne. Elles ont été d'une grande aide. Enfin les banques de données spécialisées abordées à l'annexe 2 ont permis de réaliser des recherches de valeur ciblées. La BD EVRI est la plus utilisée à l'heure actuelle; elle est mise à jour régulièrement et propose des fiches résumées très utiles (Olivier, 2013). C'est donc celle-ci qui a été fréquemment exploitée. L'entrée des recherches a été réalisée d'abord avec un vocabulaire français puis avec des expressions anglophones, permettant de privilégier les études ayant été réalisées en France. Chaque étude relevée dans la littérature a été survolée afin de déterminer le contexte d'étude et surtout le sujet de l'étude. Une attention particulière a été apportée à la définition de l'habitat afin qu'il corresponde au mieux avec l'habitat défini dans la BD BioCompta®. Si la source est retenue, elle est enregistrée dans un dossier consacré à cet effet qui sera transmis à l'entreprise.

La recherche des SE a été focalisée sur les services de régulation, d'approvisionnement et culturels. Les services de support, très peu valorisé dans la littérature récente, ne sont pas relevés puisqu'ils mènent à un double comptage, comme il l'a été mentionné précédemment. Les valeurs trouvées dans la littérature ainsi que les services associés ont été compilés dans un document Word, apportant des précisions sur le type de service écosystémique ainsi que sur la méthode de détermination de la valeur. Un document Excel, tel que présenté à l'annexe 3, permet de réaliser une synthèse des valeurs trouvées, présenté sous une forme similaire à la BD BioCompta®. La monnaie ainsi que l'année d'étude de la valeur de chacun des SE a bien été relevée. Enfin, dans le cas où des paramètres paraissaient évidents ou s'ils étaient suggérés dans la littérature, ils sont notés pour être soumis à l'équipe de travail.

Finalement, la recherche bibliographique effectuée s'est orientée sur 12 habitats qui n'avaient pas encore été étudiés, dans les catégories des habitats marins et côtiers, des territoires agricoles ainsi que des habitats artificialisés. Les SE associés ont été trouvés avec facilité dans la littérature avec 8 à 10 SE par catégorie d'habitat. Ce sont 74 valeurs qui ont été relevées dans diverses études relatives aux SE avec pas moins de 40 sources d'études enregistrées et plus du double passées en revue au total. Malheureusement ces valeurs ne sont pas réparties de manière égale entre les différents SE et habitats. Les terres agricoles ou encore les espaces verts et parcs urbains font l'objet de davantage d'études économiques que les autres habitats étudiés. Les résultats de la recherche de valeur sont plutôt encourageants pour Gaïadomo, car de plus en plus d'études sur l'évaluation monétaire des SE sont disponibles. Ce travail de recherche bibliographique doit donc être répété régulièrement afin de surveiller les publications. Cependant, la recherche de valeurs pertinentes est un exercice long et fastidieux : environ une demi-journée de travail par habitat a été nécessaire pour obtenir le résultat présenté.

2.4 Limites de l'outil

La BioCompta® est encore en recherche et développement. Cependant, le programme est, dans sa globalité, fonctionnel. Des limites s'imposent à l'outil en dépit de la volonté de créer un instrument fiable et robuste.

La première limite à la fiabilité des estimations de valeurs réside dans le recueil de données naturalistes sur les espèces et les habitats lors des investigations de terrain. Les résultats des inventaires naturalistes ne sont pas toujours à la hauteur des résultats escomptés en matière de représentativité de la biodiversité réellement présente sur le site. Ceci est lié, entre autres, aux contraintes externes à la prospection telles que les conditions météorologiques, le temps investi et les propriétés intrinsèques de la biodiversité qui en font une science inexacte. (Le Goff, 2014)
D'autre part, les espèces fongiques ne sont pas comptabilisées, car cet effort n'est pas réaliste. En effet, la grande majorité de ces espèces se développent enfouies dans le sol et ne sont jamais apparentes. De plus, pour celles qui ont un cycle de vie faisant intervenir un stade de développement de type champignon, d'une grosseur visible à l'œil humain et sortant du sol, cela se produit au moment de l'automne. Or les inventaires se déroulent au cours des deux saisons précédentes pour la majorité de la faune et de la flore couramment identifiées. (Peters, 2014a)
Aujourd'hui, l'outil est opérationnel, dans le sens où un certain nombre de valeurs sont disponibles et permettent d'estimer le rendement économique total d'un espace naturel, de manière approximative et à minima. Cependant, de nombreuses valeurs manquent encore; elles sont intégrées dans le logiciel au fur et à mesure des efforts de recherche. En outre, il faut souligner les limites des études sur les SE soulignées à la section 1.4.1 qui imposent de nuancer les résultats obtenus.
Enfin, l'exercice réalisé dans la BioCompta® comporte en lui-même des limites de par sa nature. L'évaluation économique de la nature peut se faire en empruntant différents chemins comme le souligne Chevassus-au-Louis dans son rapport du CAS (Chevassus-au-Louis et autres, 2009). Il n'existe pas de méthode juste et infaillible. Les quelques initiatives qui ont vu le jour jusqu'à présent ont largement été critiquées, certains raccourcis ou défauts de méthodes étant récurrents. Ainsi, il faut garder à l'esprit que la complexité de l'exercice et la limite des connaissances scientifiques viennent très largement impacter l'évaluation économique de la biodiversité.

Pour conclure, les estimations que propose la BioCompta® sont des estimations à minima et elles ne se vantent pas de fournir une valeur absolue et totale de la biodiversité (Le Goff, 2014). Cependant, ces valeurs peuvent sans conteste remplacer la valeur nulle actuellement attribuée à la biodiversité (Chevassus-au-Louis et autres, 2009).

3 EXPÉRIMENTATION DE L'OUTIL BIOCOMPTA®

Depuis la création de l'outil BioCompta®, un seul cas d'application a testé la fonctionnalité du logiciel. Il s'agit du cas du village vacances d'Opio, une étude réalisée au début de l'année 2011 pour le Club Méditerranée (Bernier et autres, 2011). De nombreuses adaptations ont été faites pour cette première expérimentation puisque plusieurs aspects de l'outil étaient alors encore en recherche et développement. Cependant, elle a démontré que l'outil était en état de marche et pouvait fournir une valeur indicative et à minima des habitats et de la biodiversité d'un site à partir des données de terrain et des valeurs tirées et adaptées de la bibliographie.
Cette nouvelle expérimentation permettra de mettre à l'épreuve les modifications apportées à BioCompta® depuis et de soulever ses forces et faiblesses actuelles. C'est aussi l'occasion de consacrer du temps à de nouvelles recherches de valeur.

Les étapes de l'expérimentation se basent sur la méthode décrite dans le chapitre précédent. Néanmoins, puisque l'étude se fait à partir d'un projet réalisé dans le passé, la phase terrain est remplacée par les phases de choix et de description du cas d'expérimentation.
L'étude BioCompta® réalisée cette année comporte cinq grandes étapes de réalisation. D'abord, il s'agit de choisir judicieusement un cas d'étude. L'ensemble de l'information disponible sur ce cas est ensuite réuni et les données manquantes pour l'expérimentation sont recherchées auprès de la littérature ou des spécialistes du bureau d'étude. Une fois l'ensemble des éléments nécessaires à la valorisation rassemblé, ces derniers sont entrés dans le logiciel Excel BioCompta®. Avant d'analyser les résultats obtenus automatiquement par l'outil, une vérification du bon fonctionnement de celui-ci est nécessaire puisqu'il s'agit d'un logiciel non abouti. L'étude se termine donc par une interprétation des valeurs économiques fournies par l'outil.
Un bref retour d'expérience permettra ensuite de lister les points forts et les points faibles de la méthode BioCompta®.

3.1 Choix du cas d'étude : Bois des Espeisses

Le cas d'étude a été choisi parmi les projets réalisés par l'agence Gaïadomo. En tant que bureau d'étude et de conseil en biodiversité, Gaïadomo est très sollicité pour la réalisation d'études naturalistes. Ainsi, un certain nombre de projets d'expertise écologique finalisés et accompagnés des données de prospection sont disponibles dans la BD de l'agence.

Sur l'avis des spécialistes en environnement et biodiversité de Gaïadomo, le choix du cas d'étude pour la mise en pratique de l'outil BioCompta® s'est orienté vers un cas simple. En effet, le cas idéal pour l'expérimentation est un site dont les caractéristiques écologiques, biophysiques et réglementaires sont bien décrites et relativement simples. Le cas d'étude doit également avoir fait l'objet d'une BioÉvaluation® afin de disposer des données qualitatives sur les habitats.
Aux vues de ces besoins, le projet de diagnostic écologique du Bois des Espeisses sur la commune de Nîmes (France) paraissait adéquat. Il s'agit d'une évaluation écologique d'un espace naturel périurbain réalisée courant 2011-2012. À moins de deux kilomètres du centre-ville de Nîmes, cet espace est un véritable poumon vert pour la commune, qui souhaite adopter les mesures de gestion les plus appropriées pour valoriser la biodiversité auprès du public. (Gaïadomo, 2012)

Le bois des Espeisses est l'un des derniers espaces de garrigues boisés de la grande couronne dominant la ville de Nîmes. C'est d'ailleurs pour son caractère d'espace relique à vocation forestière en zone périurbaine et pour sa qualité écologique et paysagère que le site a été inscrit au répertoire des ZNIEFF (ZNIEFF terrestre de type I) (Gaïadomo, 2012).

D'une superficie totale de 82 hectares, ce bois typiquement méditerranéen est formé de deux parties, comme illustré à la figure 3.1 : la première, de 57 hectares, est ouverte au public et jalonnée de divers équipements récréatifs tandis que la seconde, de 25 hectares, est fermée au public dans un souci de préservation de la faune, de la flore et d'un patrimoine bâti en pierre sèche fragile. Le diagnostic vise donc à présenter et comparer la richesse écologique de la partie intérieure et extérieure. (Gaïadomo, 2012)



Figure 3.1 : Répartition des grands ensembles d'habitats naturels présents sur le site Bois des Espeisses (Gaïadomo, 2012, p. 61)

Dans la réalisation du diagnostic écologique, Gaïadomo a choisi de mener les études naturalistes entre l'automne 2011 et le printemps de l'année suivante, afin d'avoir une représentativité maximale de la diversité biologique présente sur site. (Gaïadomo, 2012)

Quatre grands types d'habitats ont été identifiés, sans compter les zones aménagées. La pelouse à Brachypode rameux (*Brachypodium retusum*) est un habitat dominé par de nombreuses plantes annuelles et notamment de petites graminées. Cette pelouse est en mosaïque avec des pelouses à Brome dressé (pelouses du *mesobromion)*. Ce dernier habitat est une formation herbacée basse et dense caractérisée par le brome dressé, la graminée dominante. Plusieurs zones de chênaie verte sont également présentes. Il s'agit d'un habitat naturel omniprésent dans l'espace méditerranéen. Le quatrième habitat présent sur le site est la garrigue à Ciste cotonneux et à Chêne kermès. Ce type de garrigue peut être considéré comme une formation dégradée de la forêt de Chêne vert. D'un point de vue phytosociologique, le bois des Espeisses présente plusieurs formes d'habitats propres à l'étage climatique du mésoméditerranéen (série du Chêne vert). (Gaïadomo, 2012)

L'inventaire de la flore vasculaire révèle 236 espèces floristiques sur l'ensemble du bois des Espeisses. Parmi elles, certaines sont représentatives d'un milieu particulier, d'autres sont plus ubiquistes (susceptibles d'être observées dans de très nombreux habitats) tandis que d'autres encore sont invasives. (Gaïadomo, 2012)

Concernant les espèces faunistiques, les prospections ont été ciblées sur les oiseaux, les mammifères (chiroptères inclus), les reptiles et les papillons. La biodiversité ordinaire comme la biodiversité patrimoniale et protégée a été inventoriée. Trente-six espèces d'oiseaux ont été inventoriées avec une concentration moindre dans la partie fermée au public dû à l'homogénéité et la densité en chênes verts de ce secteur. Treize espèces de mammifères ont été détectées, dont sept espèces de chiroptères. Seulement deux espèces de reptiles, le lézard des murailles et le lézard hispanique, ont pu être observées au niveau de la zone ouverte au public. Concernant les insectes, 35 espèces, dont 26 de papillons, ont été répertoriées au Bois des Espeisses. Des mollusques ont également été recensés sur le site d'étude à hauteur de 11 espèces.

Le diagnostic souligne que l'inventaire de la faune peut sembler peu exhaustif par rapport aux espèces théoriquement présentes dans ce type d'habitat, certainement à cause de la pression urbaine importante et de la fréquentation du public qui laissent peu de zones de tranquillité. L'homogénéité des milieux est également un facteur pouvant expliquer la faible biodiversité constatée. Finalement, les résultats de la BioÉvaluation® confirment un faible intérêt écologique de la zone intérieure en comparaison à la zone extérieure, ouverte au public (Gaïadomo, 2012).

3.2 Réalisation de l'expérimentation

La réalisation d'une étude BioCompta® nécessite trois principales composantes : le logiciel BioCompta® accompagné de sa BD, les données naturalistes et écologiques relatives au site d'étude et une personne ayant des connaissances en écologie, capable de faire le lien entre les deux premiers éléments.

Avant l'expérimentation, le bon fonctionnement du logiciel ainsi que la composition de la BD ont été rapidement vérifiés. La BD habitat a d'ailleurs été quelque peu complétée comme cela a été précisé dans le précédent chapitre. L'expérimentation s'est également appuyée sur les données naturalistes récoltées pour le diagnostic écologique et la BioÉvaluation® du Bois des Espeisses, récapitulées à l'annexe 4. Enfin, dans le but d'obtenir les résultats les plus réalistes possible, l'auteure a mis en œuvre ses connaissances dans le domaine de l'écologie et de la biologique et a fait intervenir les compétences des spécialistes du bureau d'étude.

En accord avec ces derniers, deux expérimentations ont été réalisées avec pour seule différence le mode de valorisation du groupe des oiseaux. La première s'est appuyée sur les données disponibles dans la BD initiale BioCompta®. La seconde a été réalisée selon les données bibliographiques trouvées dans la littérature pour le groupe ornithologique. L'intérêt de mener ces deux expérimentations est de mettre en évidence les différentes manières de valorisation des espèces selon les valeurs brutes choisies. Cela débouchera sur une discussion à propos du meilleur choix de valeurs brutes, dans le chapitre suivant.

3.2.1 Valorisation des habitats

Les habitats sont divisés en parcelles dans le logiciel BioCompta®. Ces parcelles ont toutes des caractéristiques propres telles que la nature de l'habitat, son niveau de protection, la qualité de l'habitat naturel, etc. (Gaïadomo, 2013b). Les quatre habitats naturels identifiés dans Bois des Espeisses ont donc été divisés en 11 parcelles selon leur typologie, leur appartenance à la zone intérieure (fermée au public) ou extérieure (autorisée au public) et selon leurs caractéristiques (qualité de l'habitat, patrimonialité, connectivité). Le tableau 3.1 fait la correspondance entre chaque parcelle créée dans BioCompta® et le type d'habitat dont il s'agit.

Tableau 3.1: Correspondance entre les habitats présents sur le site d'étude et les parcelles créées pour la valorisation financière BioCompta®

Habitat	**Pelouses du *mesobromion***	**Pelouse à Brachypodes rameux**	**Chênaie verte**	**Garrigue à Ciste cotonneux et à Chêne kermès**
Parcelle	1, 3, 4 (extérieur) 2 (intérieur)	5 (extérieur)	6, 7, 8 (extérieur) 10, 11 (intérieur)	9 (extérieur)

Une fois les parcelles entrées dans le logiciel Excel et leurs paramètres indiqués selon le processus décrit dans le précédent chapitre, elles ont automatiquement une valeur, attribuée selon la BD habitat. L'ensemble des données interférant dans le calcul est alors visible à l'écran comme le montre la figure 3.2. Dans l'onglet valorisation habitats, un détail plus important sur le nombre de SE évalués ainsi que leurs caractéristiques est proposé.

Les premiers résultats sont alors observables. La somme des rendements économiques des habitats s'élève à 95 859,76 €. Les valeurs des habitats par parcelle varient entre 84 € pour la parcelle 9, une garrigue à Ciste cotonneux et à Chêne kermès et plus de 38 000 € pour la parcelle 10, une chênaie verte. (Gaïadomo, 2014b)

Il est déjà possible de faire quelques remarques sur cet exercice de valorisation des habitats. Tout d'abord, les habitats pelouses du *mesobromion* et pelouse à Brachypodes rameux entrent tous deux dans la catégorie des milieux à végétation clairsemée. Ils sont donc évalués de la même manière. Pour cet habitat, quatre SE ont une valeur : la séquestration du carbone par fixation biologique et stockage dans le sol, le maintien de la qualité de l'eau, la pollinisation ainsi que les services culturels hors chasse et promenade. La chênaie verte correspond à l'habitat forêts de feuillus caduques et à feuilles persistantes qui fait partie des habitats les plus documentés en matière de valeur de SE. Quinze SE sont valorisés dans la BD BioCompta®, des services de régulation comme la lutte contre l'érosion aux services d'approvisionnement et services culturels comme la cueillette ou les loisirs. Enfin, la garrigue à Ciste cotonneux et à Chêne kermès fait partie de la grande catégorie des habitats de type maquis, garrigue, landes épineuses méditerranéennes, milieux à végétation sclérophylle. Les SE de ce type d'habitat sont très peu évalués économiquement dans la littérature. Seuls deux services ont une valeur dans BioCompta® : les interactions biotiques concernant les insectes et ceux concernant la cueillette. Cette brève analyse permet de souligner l'inégalité d'évaluation des habitats. En outre, la taille de ces parcelles n'est pas homogène : elle oscille entre 23 hectares pour la parcelle 10 et moins d'un hectare pour la parcelle 9.

GAIADOMO		Habitat		Unité de valeur écologique actualisée	SITUATION LOCALE DE L'ECOSYSTEME (δ)												UNITE DE VALEUR ECOLOGIQUE AJUSTEE			RENDEMENT ECONOMIQUE TOTALE (€ /an)
N° parcelle	Code Corine globalisé	Code Corine	Code Eunis (EUR)	P . δ en €2014 /ha	Qualité intrinseque du milieu	Qualité intrinseque en valeur	Protection	Protection en valeur	Patrimonial	Patrimoine en valeur	Engagement international	Engagement international en valeur	Connectivité	Connectivité valeur	(ε) Total	(1+ε) avec 0 ≤ ε ≤ 1	Q = (P.δ) x (1+ε)	Coefficient de fonctionnalité (f)	Superficie de l'écosystème (ha)	Ye = Q . f . Ha
1	7. ESPACES OUVERTS SANS VEGETATION, OU AVEC PEU DE VEGETATION	7.3	N	478	Favorable	0,2	Sans	0	sans	0	Sans	0	Moyenne	0,1	0,3	1,3	621,40	1	5,49	3 411,49
2	7. ESPACES OUVERTS SANS VEGETATION, OU AVEC PEU DE VEGETATION	7.3	N	478	Moyen	0,1	Sans	0	sans	0	Sans	0	Moyenne	0,1	0,2	1,2	573,60	1	2,47	1 416,79
3	7. ESPACES OUVERTS SANS VEGETATION, OU AVEC PEU DE VEGETATION	7.3	N	478	Moyen	0,1	Sans	0	sans	0	Sans	0	Moyenne	0,1	0,2	1,2	573,60	1	13,48	7 732,13
4	7. ESPACES OUVERTS SANS VEGETATION, OU AVEC PEU DE VEGETATION	7.3	N	478	Moyen	0,1	Sans	0	ZNIEFF	0,2	Sans	0	Moyenne	0,1	0,4	1,4	669,20	1	4,02	2 690,18
5	7. ESPACES OUVERTS SANS VEGETATION, OU AVEC PEU DE VEGETATION	7.3	N	478	Favorable	0,2	Sans	0	sans	0	Sans	0	Nulle	0	0,2	1,2	573,60	1	6,88	3 946,37
6	6. BOIS ET FORETS	6.1	N	1195	Moyen	0,1	Sans	0	ZNIEFF	0,2	Sans	0	Moyenne	0,1	0,4	1,4	1673,00	1	12,26	20 510,98
7	6. BOIS ET FORETS	6.1	N	1195	Moyen	0,1	Sans	0	ZNIEFF	0,2	Sans	0	Moyenne	0,1	0,4	1,4	1673,00	1	3,87	6 474,51
8	6. BOIS ET FORETS	6.1	N	1195	Moyen	0,1	Sans	0	sans	0	Sans	0	Moyenne	0,1	0,2	1,2	1434,00	1	1,39	1 993,26
9	5. PRAIRIES ET MILIEUX A VEGETATION ARBUSTIVE OU HERBACEE	5.5	N	76	Favorable	0,2	Sans	0	sans	0	Sans	0	Nulle	0	0,2	1,2	91,20	1	0,93	84,82
10	6. BOIS ET FORETS	6.1	N	1195	Moyen	0,1	Sans	0	ZNIEFF	0,2	Sans	0	Moyenne	0,1	0,4	1,4	1673,00	1	23,24	38 880,52
11	6. BOIS ET FORETS	6.1	N	1195	Moyen	0,1	Sans	0	sans	0	Sans	0	Moyenne	0,1	0,2	1,2	1434,00	1	6,08	8 718,72

Figure 3.2 : Capture d'écran de l'onglet valorisation des habitats simplifié (inspiré de : Gaïadomo, 2014b)

3.2.2 Valorisation de la faune

Dans l'exercice de valorisation de la faune, les espèces sont entrées une à une dans le logiciel Excel selon le processus indiqué dans le chapitre précédent. Cependant toutes les espèces recensées dans Bois des Espeisses n'ont pas été insérées dans le logiciel pour trois principales raisons. Premièrement, le logiciel est lourd et nécessite beaucoup de temps pour y entrer chaque espèce. Deuxièmement, certains groupes faunistiques n'ont pas de valeur dans le logiciel, ou une valeur équivalente à 0, comme les amphibiens, les insectes ou les mollusques. Ainsi seuls les groupes où certaines espèces avaient une valeur associée ont été entrés dans le logiciel. Il s'agit des mammifères (incluant les chiroptères), des oiseaux et des reptiles.

Concernant la biodiversité, les données de terrain ne suffisent pas à évaluer de manière complète les espèces animales. En effet, certaines données, comme la position géographique précise des espèces ou encore le nombre d'individus contactés, manquent indéniablement à l'évaluation. Pour chacune de ces situations où la donnée est imprécise ou inexistante, un compromis a été adopté en accord avec le spécialiste de la faune chez Gaïadomo.
En premier lieu, le nombre d'individus potentiellement présents sur le site a été estimé à minima à un individu par parcelle où la présence de l'individu était soupçonnée. Dans le cas des espèces potentiellement présentes, c'est-à-dire celles évoquées dans la bibliographie, elles ont été comptabilisées dans l'ensemble des milieux leur étant favorables à hauteur de 0,5 individu par parcelle et avec un temps de présence effectif dans l'habitat de 0,5. La présence (avérée ou potentielle) des espèces relevées lors des inventaires dans une parcelle a été évaluée grâce au croisement des données de terrains, des données bibliographiques et de l'expertise de Patrick Peters (Peters, 2014b). Idéalement, l'occupation moyenne théorique d'une espèce est évaluée à l'aide d'un indice scientifique. Le spécialiste faune de Gaïadomo propose alors l'utilisation de l'évaluation de la densité d'accueil (EDA), jamais appliquée dans ce contexte jusqu'à présent (Peters, 2014c). L'EDA consiste à multiplier l'occupation moyenne de l'espèce issue de la bibliographie selon son habitat avec le nombre d'individus observés et la superficie de l'habitat (Peters, 2014d). Un test d'utilisation de cet indice a été réalisé pour les espèces Écureuil roux et Mésange charbonnière et présenté à l'annexe 4.
En second lieu, la valorisation des oiseaux s'appuie, entre autres, sur le critère de nidification. Celui-ci permet de déterminer la probabilité que l'oiseau soit en couple et se reproduise sur le site. Ainsi dans le cas où l'oiseau contacté est un nicheur certain, il y a à minima deux oiseaux reproducteurs et un futur descendant, c'est pourquoi le logiciel multiplie par trois le nombre d'individus si l'oiseau est nicheur certain, par deux s'il est nicheur probable et par un si le

soupçon est trop faible. Lors de l'entrée d'une espèce d'oiseau dans le logiciel BioCompta®, trois choix sont donc proposés pour le statut biologique de l'espèce : nicheur certain, probable ou possible. Or, dans le cas de Bois des Espeisses, six espèces ont été notées en transit, ce qui signifie que le site est un couloir de déplacement emprunté par ces oiseaux (Langlois, 2014). Malheureusement, il est impossible de comptabiliser ces oiseaux dans l'expérimentation, car ils ne correspondent à aucun critère de nidification. (Gaïadomo, 2014b)

Une fois l'ensemble des espèces avec leurs paramètres entrés dans le logiciel, il est possible de visualiser l'ensemble des données dans l'onglet Faune comme l'illustre la figure 3.3. Toutes les espèces d'oiseaux disposent d'une valeur dans le cas d'étude ainsi que quatre espèces de mammifères. Les reptiles et les chiroptères sont évalués à 0 € faute de données bibliographiques. (Gaïadomo, 2014b)

3.2.3 Valorisation de la flore

Le diagnostic écologique du Bois des Espeisses fait état de 236 espèces floristiques présentes sur le site d'étude (Gaïadomo, 2012). Malheureusement, tout comme pour certains groupes faunistiques, la flore n'a pas pu être valorisée. La première raison est le manque de données de terrain précises. D'abord, les coordonnées géographiques des espèces ne sont pas disponibles. Or pour la flore cela s'avère très problématique puisque les plantes possèdent des capacités de déplacement nulles par rapport à la faune. Ensuite, le nombre d'individus ou leur pourcentage de recouvrement n'est pas connu non plus. L'incapacité de valoriser la flore est également due au manque de données bibliographiques. Les seules données BioCompta®, regroupées dans un document annexe, sont majoritairement issues des ventes de plantes médicinales ou aromatiques (Gaïadomo, 2009).

La diversité de la flore est telle que cette petite BD permettrait d'évaluer qu'une infime partie des espèces présentes sur le site d'étude, dans le cas où leur position était connue. De plus, cette BD est détachée du logiciel BioCompta® (l'onglet BD flore dans BioCompta® n'a jamais été rempli), ce qui oblige à manipuler les valeurs une à une.

Enfin la méthodologie d'évaluation économique de la flore n'a pas encore fait l'objet d'un consensus auprès des spécialistes du bureau d'étude (Bouhours et autres, 2014). Il est donc nécessaire de figer une méthode de valorisation avant de configurer le logiciel pour le calcul automatique de valorisation.

N° parcelle	ESPECES ANIMALES Nom vernaculaire	Nom scientifique	UNITE DE VALEUR ECOLOGIQUE (P) pour l'année de	Année de valorisation	Devise	Taux de change xxx _ €	Taux actualisation	Facteur d'actualisation	Unité de valeur écologique actualisée P . δ	ATTRIBUTS (ε)												UNITE DE VALEUR ECOLOGIQUE AJUSTEE	Coef. fonctionnalité	Temps de présence effective dans l'habitat			Nombre d'individus	RENDEMENT ECONOMIQUE TOTAL (€ /an)
°	Mammifères	Mammalia					r(t)	δ	P δen € 2014	Protection	Valeur	Menace	Valeur	Endémisme	valeur	Rôle écologique	Valeur	Potentiel biologique	Valeur	ε Total	(1+ε) avec 0 ≤ ε ≤ 1	Q = (P.δ) x (1+ε)	(f)	(K)	Stade du cycle de vie	Valeur	(N)	Xe = Q.f.N.K
1	Campagnol provençal	*Microtus duodecimcostatus*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Subendémiq	0,15			Sans ou inconnue	0	0,19	1,19	0,00	1	0,5	Individu	1	0,5	0,00
1	Chevreuil Européen	*Capreolus capreolus*	15,2					0,00	0,00	Internationale	0,07	Préoccupation	0,04	Paléarctique	0,05			Sans ou inconnue	0	0,16	1,16	0,00	1	0,5	Individu	1	0,5	0,00
1	Lapin de garenne	*Oryctolagus cuniculus*	7,89	2011	EUR	1,000	0,04	1,12	8,87	Sans	0	Quasi menacé	0,08	Méditerranée	0,1			Avéré, connu	0,2	0,38	1,38	12,24	1	1,00	Individu	1	1	12,24
1	Mulot sylvestre	*Apodemus sylvaticus*	2,72	2011	EUR	1,000	0,04	1,12	3,06	Sans	0	Préoccupation	0,04	Méditerranée	0,1			Sans ou inconnue	0	0,14	1,14	3,49	1	0,5	Individu	1	0,5	0,87
1	Renard roux	*Vulpes vulpes*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Paléarctique/	0			Sans ou inconnue	0	0,04	1,04	0,00	1	1,00	Individu	1	1	0,00
1	Sanglier	*Sus scrofa*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Paléarctique/	0			Sans ou inconnue	0	0,04	1,04	0,00	1	1,00	Individu	1	1	0,00
2	Blaireau européen	*Meles meles*	0					0,00	0,00	Internationale	0,07	Préoccupation	0,04	Paléarctique/	0			Sans ou inconnue	0	0,11	1,11	0,00	1	1,00	Individu	1	1	0,00
2	Campagnol provençal	*Microtus duodecimcostatus*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Subendémiq	0,15			Sans ou inconnue	0	0,19	1,19	0,00	1	0,5	Individu	1	0,5	0,00
2	Chevreuil Européen	*Capreolus capreolus*	15,2					0,00	0,00	Internationale	0,07	Préoccupation	0,04	Paléarctique	0,05			Sans ou inconnue	0	0,16	1,16	0,00	1	0,5	Individu	1	0,5	0,00
2	Lapin de garenne	*Oryctolagus cuniculus*	7,89	2011	EUR	1,000	0,04	1,12	8,87	Sans	0	Quasi menacé	0,08	Méditerranée	0,1			Avéré, connu	0,2	0,38	1,38	12,24	1	1,00	Individu	1	1	12,24
2	Mulot sylvestre	*Apodemus sylvaticus*	2,72	2011	EUR	1,000	0,04	1,12	3,06	Sans	0	Préoccupation	0,04	Méditerranée	0,1			Sans ou inconnue	0	0,14	1,14	3,49	1	0,5	Individu	1	0,5	0,87
2	Renard roux	*Vulpes vulpes*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Paléarctique/	0			Sans ou inconnue	0	0,04	1,04	0,00	1	1,00	Individu	1	1	0,00
2	Sanglier	*Sus scrofa*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Paléarctique/	0			Sans ou inconnue	0	0,04	1,04	0,00	1	1,00	Individu	1	1	0,00
3	Campagnol provençal	*Microtus duodecimcostatus*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Subendémiq	0,15			Sans ou inconnue	0	0,19	1,19	0,00	1	0,5	Individu	1	0,5	0,00
3	Chevreuil Européen	*Capreolus capreolus*	15,2					0,00	0,00	Internationale	0,07	Préoccupation	0,04	Paléarctique	0,05			Sans ou inconnue	0	0,16	1,16	0,00	1	0,5	Individu	1	0,5	0,00
3	Lapin de garenne	*Oryctolagus cuniculus*	7,89	2011	EUR	1,000	0,04	1,12	8,87	Sans	0	Quasi menacé	0,08	Méditerranée	0,1			Avéré, connu	0,2	0,38	1,38	12,24	1	1,00	Individu	1	1	12,24
3	Mulot sylvestre	*Apodemus sylvaticus*	2,72	2011	EUR	1,000	0,04	1,12	3,06	Sans	0	Préoccupation	0,04	Méditerranée	0,1			Sans ou inconnue	0	0,14	1,14	3,49	1	0,5	Individu	1	0,5	0,87
3	Renard roux	*Vulpes vulpes*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Paléarctique/	0			Sans ou inconnue	0	0,04	1,04	0,00	1	1,00	Individu	1	1	0,00
3	Sanglier	*Sus scrofa*	0					0,00	0,00	Sans	0	Préoccupation	0,04	Paléarctique/	0			Sans ou inconnue	0	0,04	1,04	0,00	1	1,00	Individu	1	1	0,00

Figure 3.3 : Capture d'écran d'une partie de l'onglet faune simplifié : valorisation des mammifères sur les trois premières parcelles (inspiré de : Gaïadomo, 2014b)

3.2.4 Résultats : synthèse et analyse graphique

D'une part, l'onglet synthèse fournit un tableau regroupant les principaux résultats de l'étude ainsi qu'un graphique les illustrant. Il permet de comparer les parcelles entre elles et d'avoir une présentation synthétique des valeurs. D'autre part, l'onglet analyse graphique permet de disposer de graphiques représentant la proportion des espèces prises en compte dans le calcul écosystémique.

L'analyse graphique que propose BioCompta® est axée sur les espèces faunistiques. Comme le montrent les graphiques des figures 3.4 et 3.5, dans le cas d'étude elle représente bien la prédominance de la valorisation des espèces d'oiseaux. Le rendement économique du groupe ornithologique s'élève à 4643 € par an et seulement à 365 € par an pour le groupe des mammifères. Quant à la participation de chacune des espèces à l'évaluation de ce rendement économique, environ 250 individus ont été valorisés dont seulement 20 du groupe des mammifères et environ 230 du groupe des oiseaux. Une grande portion des mammifères et les deux espèces de reptiles n'ont pas participé au calcul, par manque de valeurs bibliographiques. Pour rappel, les graphiques n'illustrent pas les 35 espèces d'insectes et les 11 espèces de mollusques non comptabilisés dans cette expérimentation. L'entrée de ces espèces dans le logiciel aurait eu pour conséquence d'agrandir la barre des espèces faunistiques non prises en compte sur la figure 3.5.

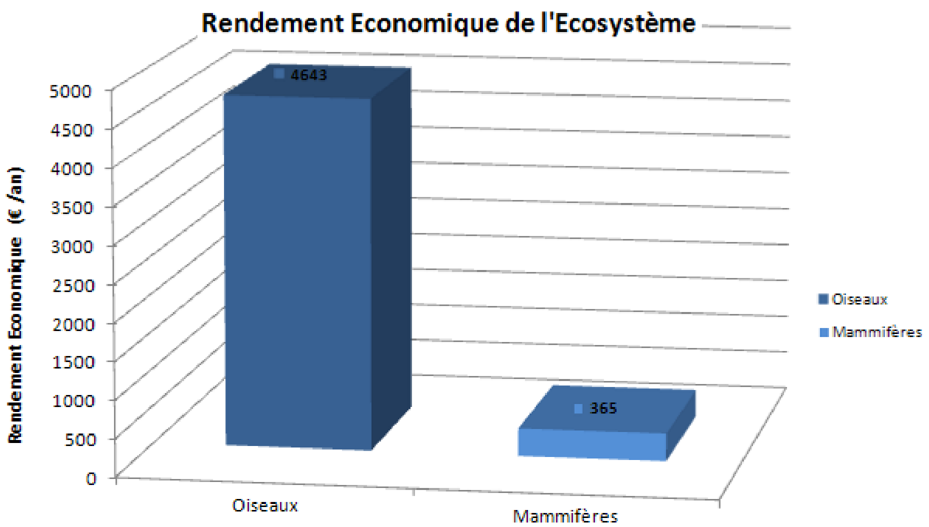


Figure 3.4 : Copie d'écran du graphique représentant la participation respective de chacun des groupes d'espèces au rendement économique de l'écosystème (tiré de : Gaïadomo, 2014b)

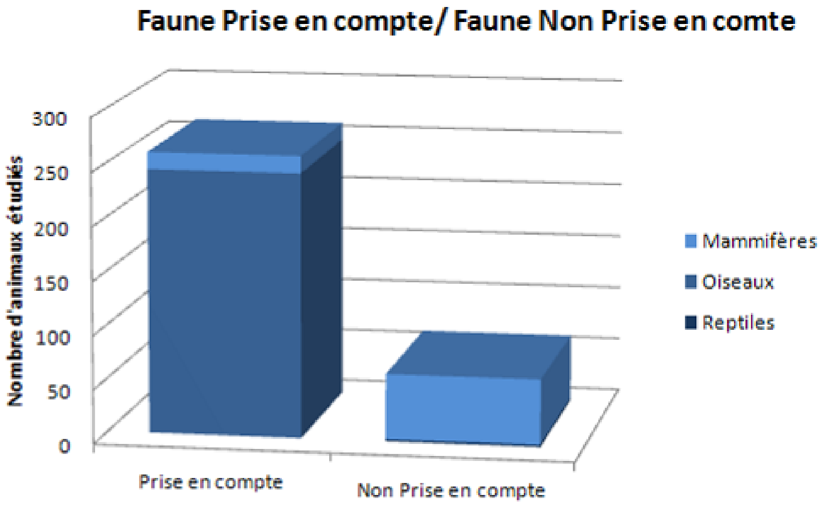


Figure 3.5 : Copie d'écran du graphique représentant la proportion d'animaux non pris en compte et ceux pris en compte dans le rendement économique de l'écosystème (tiré de : Gaïadomo, 2014b)

La synthèse des résultats dans l'onglet BioCompta® nommé synthèse se présente sous la forme d'un tableau reproduit au tableau 3.2, et d'un graphique illustré à la figure 3.6.

Tableau 3.2 : Synthèse BioCompta® de l'expérimentation Bois des Espeisses (inspiré de : Gaïadomo, 2014b)

N° parcelle	Σ Rendements Habitat	Σ Rendements Faune	Σ Rendements Flore	RENDEMENT ÉCONOMIQUE PARCELLE
10	38 880,52	2 617,40		41 497,92
6	20 510,98	348,31		20 859,29
11	8 718,72	48,88		8 767,60
3	7 732,13	288,15		8 020,28
7	6 474,51	603,68		7 078,19
5	3 946,37	516,41		4 462,78
1	3 411,49	641,85		4 053,34
4	2 690,18	110,76		2 800,94
8	1 993,26	101,30		2 094,56
2	1 416,79	93,78		1 510,57
9	84,82	110,76		195,57
		Rendement Moyen parcelle 9 212,82 €/an		Rendement Total 101 341,04 €/an

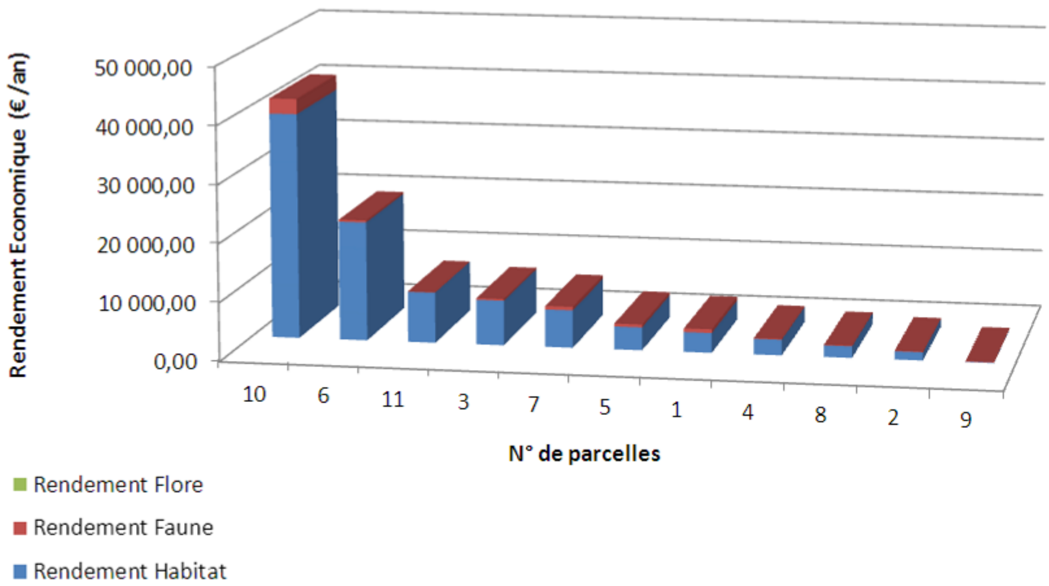


Figure 3.6 : Synthèse BioCompta® de l'expérimentation Bois des Espeisses (inspiré de : Gaïadomo, 2014b)

Tout d'abord cette synthèse montre qu'une grande partie du rendement est issue de la valeur des habitats et de leurs SE. En effet, 95 % du rendement provient des habitats contre 5 % pour la faune (Gaïadomo, 2014b). Ce résultat est à interpréter en gardant à l'esprit que de nombreuses espèces faunistiques n'ont pas été valorisées et que la flore n'a pas du tout été comptabilisée. Ainsi cela ne signifie pas que les SE fournis par les habitats ont nécessairement une valeur bien plus élevée que l'ensemble des espèces.

Les résultats indiquent que les parcelles 10 et 6 bénéficient d'un rendement économique bien plus élevé que les autres parcelles, évalué respectivement à plus de 41 000 €/an et 20 000 €/an. En effet, la valeur de la parcelle 10 est plus de 4 fois plus élevée que le rendement moyen par parcelle, de 9 212 €/an tandis que la parcelle 6 est deux fois plus élevée que ce dernier (Gaïadomo, 2014b). À elles seules, ces deux parcelles représentent environ 60 % du rendement total du site Bois des Espeisses. Ce sont deux parcelles représentées par des habitats de type chênaies vertes. Ces espaces forestiers plutôt fermés sont pourtant généralement moins riches en biodiversité et jouent donc des rôles écosystémiques moins nombreux que les espaces ouverts qui sont des lieux de chasse, de transit et des milieux très favorables aux insectes (pollinisateurs ou non) et aux espèces de petite et moyenne taille telle que les reptiles et oiseaux. D'autres espèces ont besoin des deux types de milieux pour effectuer leur cycle de vie : des espaces arborés pour trouver un abri et des espaces ouverts afin de se nourrir. Pour ce qui est de la flore, les espaces forestiers ont tendance à être

étouffés par les arbres qui emprisonnent toute la lumière et limitent la diversification du sous-bois, tandis que les espaces ouverts sont favorables à l'implantation de nombreuses espèces floristiques. C'est d'ailleurs pour ces raisons que l'étude BioÉvaluation® appliquée au Bois des Espeisses avait conclu que l'espace extérieur, ouvert au public, avait un intérêt écologique supérieur à l'espace intérieur du fait de la diversité d'habitat et des milieux ouverts proposés par la zone extérieure (Gaïadomo, 2012). L'étude BioCompta® ne donne pas des résultats similaires à la BioEvalution puisqu'elle évalue le rendement écosystémique de l'espace intérieur à 51 776 €/an contre 49 565 €/an pour l'espace extérieur (Gaïadomo, 2014b).

Plusieurs facteurs expliquent les différences entre les résultats de la BioCompta® et de la BioÉvaluation® et les variations de rendement étonnantes entre les parcelles, comme la surface de la parcelle, la proportion de valeurs bibliographiques et la technique de valorisation. En effet, le rendement écosystémique est directement relié à la surface du milieu. La parcelle 10 est de loin la plus grande avec une superficie de plus de 23 hectares. En revanche la parcelle 6 mesure 12 hectares et la parcelle 3, 13 hectares. Il n'y a donc pas de proportionnalité directe entre la superficie et la valeur du rendement économique de la parcelle, cependant elle participe à la hauteur de la valeur.

En outre, le nombre de SE valorisé pour chaque habitat est très variable. Certains services ont beaucoup été étudiés tandis que d'autres font l'objet de très peu d'études scientifiques, tout comme certains types d'habitats comme les chênaies sont bien renseignés alors que l'habitat garrigue, par exemple, n'a jamais été complètement évalué économiquement.

De plus, l'analyse a révélé que de nombreuses espèces notamment de reptiles, d'insectes et de mammifères n'ont pas été valorisées. Cela engendre un déséquilibre des valeurs faunistiques étant donné que les reptiles et les insectes par exemple se situent davantage dans les milieux ouverts comme les garrigues et pelouses. Ainsi, la proportion d'espèces valorisées pour chaque habitat ne représente pas la diversité biologique du milieu.

Les espèces faunistiques ont été valorisées à auteur d'une espèce par habitat, excepté dans le cas où l'EDA été appliqué. Par exemple, sur la parcelle 10, la Mésange charbonnière a un rendement faune évalué à 2 513 €, car l'EDA estime la population à 99 individus (Gaïadomo, 2014b). Cela démontre d'une part que les parcelles où des espèces ont été évaluées à l'aide de l'EDA sont favorisées et d'autre part que les résultats globaux du rendement économique faunistique seraient bien plus élevés si l'EDA avait été utilisé pour toutes les espèces.

Finalement, BioCompta® permet de déterminer rapidement la valeur économique minimale d'un site naturel comme Bois des Espeisses. Cependant, certains aspects du logiciel sont à

modifier ou même à élaborer notamment pour la partie flore. Aujourd'hui il n'en reste pas moins que le principal phénomène qui ne permet pas d'avoir une valorisation complète des habitats et des espèces est le manque d'études bibliographiques sur les valeurs de certains SE et de nombreuses espèces.

3.2.5 Expérimentation alternative

Une seconde expérimentation a été réalisée avec de nouvelles valeurs économiques pour l'avifaune. En effet, la BD initiale dans BioCompta® a été complétée avec des valeurs issues du procès de l'Erika, qui attribuait la même valeur à chaque espèce. Afin de réaliser l'évaluation économique avec des valeurs plus réalistes, des valeurs spécifiques à chaque espèce d'oiseau ont été recherchées (Peters, 2014b). Le type de valeur utilisé peut être variable : les valeurs marchandes, les valeurs justes, les valeurs dites de maintien ou encore les valeurs issues des SE fournis par l'espèce. Ces valeurs ne sont pas rares, mais l'exercice de leur recherche est souvent fastidieux. Quelques heures de recherche bibliographique ont permis de trouver des valeurs pour 9 des 29 espèces valorisées dans le cas d'étude (tiré de : Gaïadomo, 2014c). Les résultats de la revue de littérature réalisée par Patrick Peters sont présentés ci-dessous.

Tableau 3.3 : Valeurs d'oiseaux issues de la recherche bibliographique (tiré de : Peters, 2014b, p. 2)

Nom vernaculaire	Valeur initiale BioCompta®	Valeur marchande	Valeur juste	Valeur de maintien	Valeur du SE rendu
Bruant zizi	11,79 €	13,5 €			
Buse variable	30,33 €		835,99 €		
Faisan de Colchide	6,03 €	15 €			
Geai des chênes	6,03 €	250 €			
Grive draine	6,03 €	50 €			
Pigeon ramier	6,03 €	20 €			
Pinson des arbres	6,03 €	30 €			
Serin cini	11,79 €	25 €			
Tourterelle turque	6,03 €	10 €			
Verdier d'Europe	11,79 €	35 €			

Espèces non prises en compte car en transit

Les résultats issus de cette seconde expérimentation sont présentés dans les tableaux et figures ci-dessous. La figure 3.7 met en évidence la moindre proportion d'espèces d'oiseaux prises en compte par rapport à la première étude. La figure 3.8 montre que le groupe des oiseaux a encore un rendement écosystémique plus élevé que celui des mammifères cependant l'écart entre ces deux groupes est moins important que dans la première étude. En effet, le rendement écosystémique total du groupe des oiseaux a perdu un peu plus de la moitié de sa valeur : de 4643 €/an il s'est abaissé à 2064 €/an.

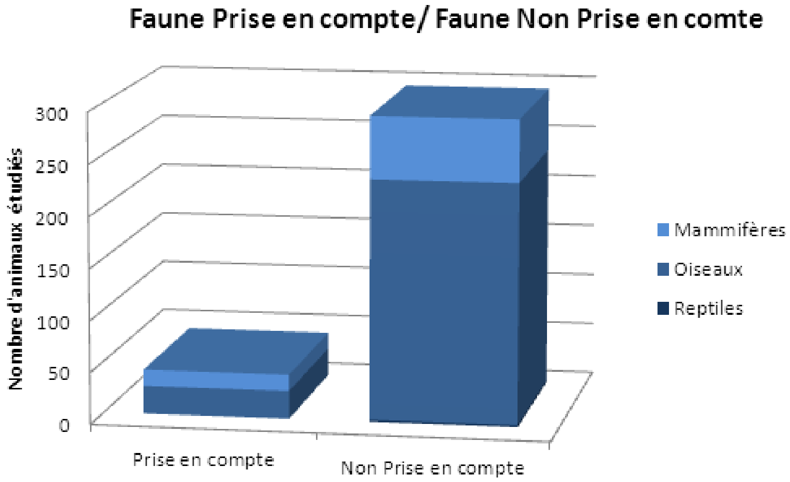


Figure 3.7 : Copie d'écran du graphique représentant la proportion d'animaux non pris en compte et pris en compte dans le rendement économique de l'écosystème (expérimentation alternative) (tiré de : Gaïadomo, 2014c)

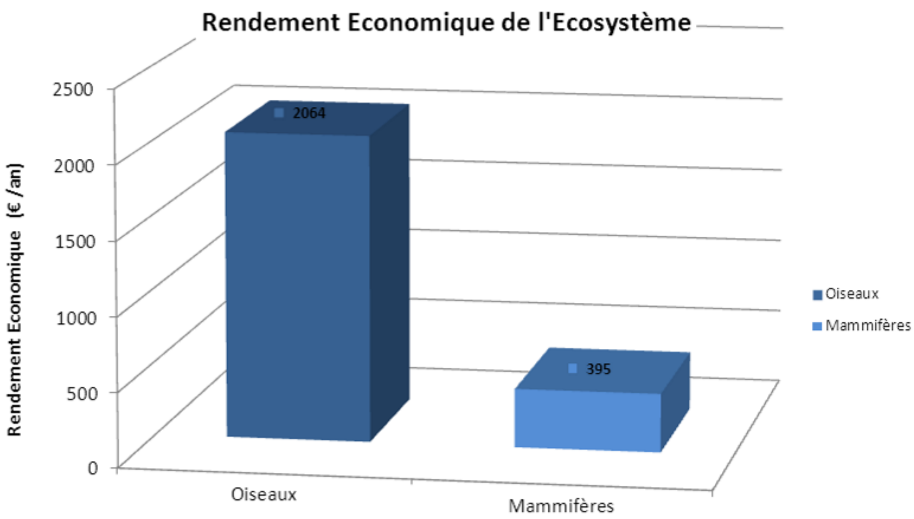


Figure 3.8 : Copie d'écran du graphique représentant la participation respective de chacun des groupes d'espèces au rendement économique de l'écosystème (expérimentation alternative) (tiré de : Gaïadomo, 2014c)

La synthèse présentée au tableau 3.4 est similaire à la précédente. Elle montre néanmoins une plus faible participation de la faune au rendement écosystémique total : 3 % du rendement total est dû à la valorisation de la faune contre 97 % issus de la valorisation des habitats.

Le rendement total est légèrement plus faible que celui obtenu dans la première étude. Les 3000 euros d'écart entre les deux études sont dus aux 20 espèces non valorisées dans la seconde expérimentation, bien que chacune des 9 espèces d'oiseaux prises en compte a une valeur plus élevée que dans la première étude. Cela démontre d'une part que les valeurs issues du procès de l'Erika sont inférieures aux valeurs issues d'autres sources et, d'autre part, que si la totalité des espèces avait une valeur spécifique, le groupe des oiseaux aurait un rendement économique bien plus élevé. (Gaïadomo, 2014c)

Tableau 3.4 : Synthèse BioCompta® de l'expérimentation alternative Bois des Espeisses (inspiré de : Gaïadomo, 2014c)

N° parcelle	Σ Rendements Habitat	Σ Rendements Faune	Σ Rendements Flore	RENDEMENT ÉCONOMIQUE PARCELLE
10	38 880,52	78,82		38 959,34
6	20 510,98	585,90		21 096,88
11	8 718,72	78,82		8 797,54
3	7 732,13	542,70		8 274,82
7	6 474,51	306,46		6 780,97
5	3 946,37	311,22		4 257,58
1	3 411,49	174,32		3 585,80
4	2 690,18	87,52		2 777,70
8	1 993,26	101,82		2 095,08
2	1 416,79	104,17		1 520,96
9	84,82	87,52		172,33
		Rendement Moyen parcelle **8 938,09 €/an**		Rendement Total **98 319,00 €/an**

3.3 Retour d'expérience

L'expérimentation Bois des Espeisses a permis de déceler quelques incohérences et plusieurs points à améliorer pour le perfectionnement de l'outil. Avant de lister les points problématiques du logiciel, il faut souligner les aspects positifs qui ont été appréciés au cours de sa manipulation. L'utilisation du logiciel Excel BioCompta® est très instinctive; cependant, il est nécessaire d'avoir compris les principales fonctions qu'il propose et la manière dont les liens entre les fenêtres modales et les feuilles se font. Toutes les formules de l'interface sont actives et aucun problème majeur concernant les fonctionnalités du logiciel n'est à relever.

Le temps de la réalisation de l'étude BioCompta® est estimé à environ 20 heures de travail, du rassemblement des données requises à la manipulation du logiciel et l'analyse des résultats. L'estimation exclut l'expérimentation alternative et les recherches préliminaires de valeurs pour compléter la BD. La décomposition de cette estimation est la suivante : sept heures ont été consacrées à la valorisation des habitats, douze heures à la valorisation de la faune et moins d'une heure pour l'analyse des résultats. Ce temps de réalisation de l'expérimentation est encourageant, car pour la quantité d'informations qui entrent en compte dans la valorisation financière, le temps d'étude est très court. En effet, si les BD, les formules et les paramètres n'étaient pas informatisés et reliés entre eux, une telle étude économique aurait demandé plusieurs semaines de travail. Le logiciel permet donc un gain de temps considérable. Outre les fonctions du logiciel, beaucoup de données sont déjà pré-rentrées, notamment pour la valorisation des espèces, le niveau de protection de chaque espèce, le potentiel biologique et l'endémisme par exemple sont déjà pré-rentrés. Cela épargne le temps consacré à une recherche bibliographique fastidieuse.
Deux points positifs sont également à relever pour l'avancée du logiciel. Premièrement, l'utilisation de l'EDA a montré que cet indice pouvait être performant et permet d'estimer le nombre d'individus présents sur le site d'étude. Deuxièmement, l'expérimentation alternative concernant la valeur des oiseaux a quant à elle démontré que l'utilisation de valeurs spécifiques pour chaque espèce s'avère être possible pour de nombreuses espèces et reflète davantage la valeur propre de chacune des espèces.

Les problèmes rencontrés dans l'expérimentation tournent principalement autour de données manquantes ou de détails techniques. Ils ont été compilés et la position du problème dans le déroulement de l'expérimentation a été repérée sur la figure 3.9. Le tableau 3.5 reprend les difficultés rencontrées (et identifiées à la figure 3.8) et les pistes de réflexion qui ont fait suite au cas d'étude Bois des Espeisses. Ils seront repris dans le détail au chapitre suivant où ils feront l'objet de recommandations.
Au-delà des aspects soulignés dans le tableau, un problème de comptabilité entre les différentes versions d'Excel a été décelé. En effet, selon le type de système d'exploitation de l'ordinateur (64 ou 32 bits), il y a une version Excel correspondante. Dans le cas présent, l'utilisation de BioCompta® s'est effectuée sur un système d'exploitation 32 bits et il n'a pas été possible d'ouvrir le document Excel BioCompta® avec un système d'exploitation 64 bits. Cela peut être une restriction d'utilisation du logiciel importante.

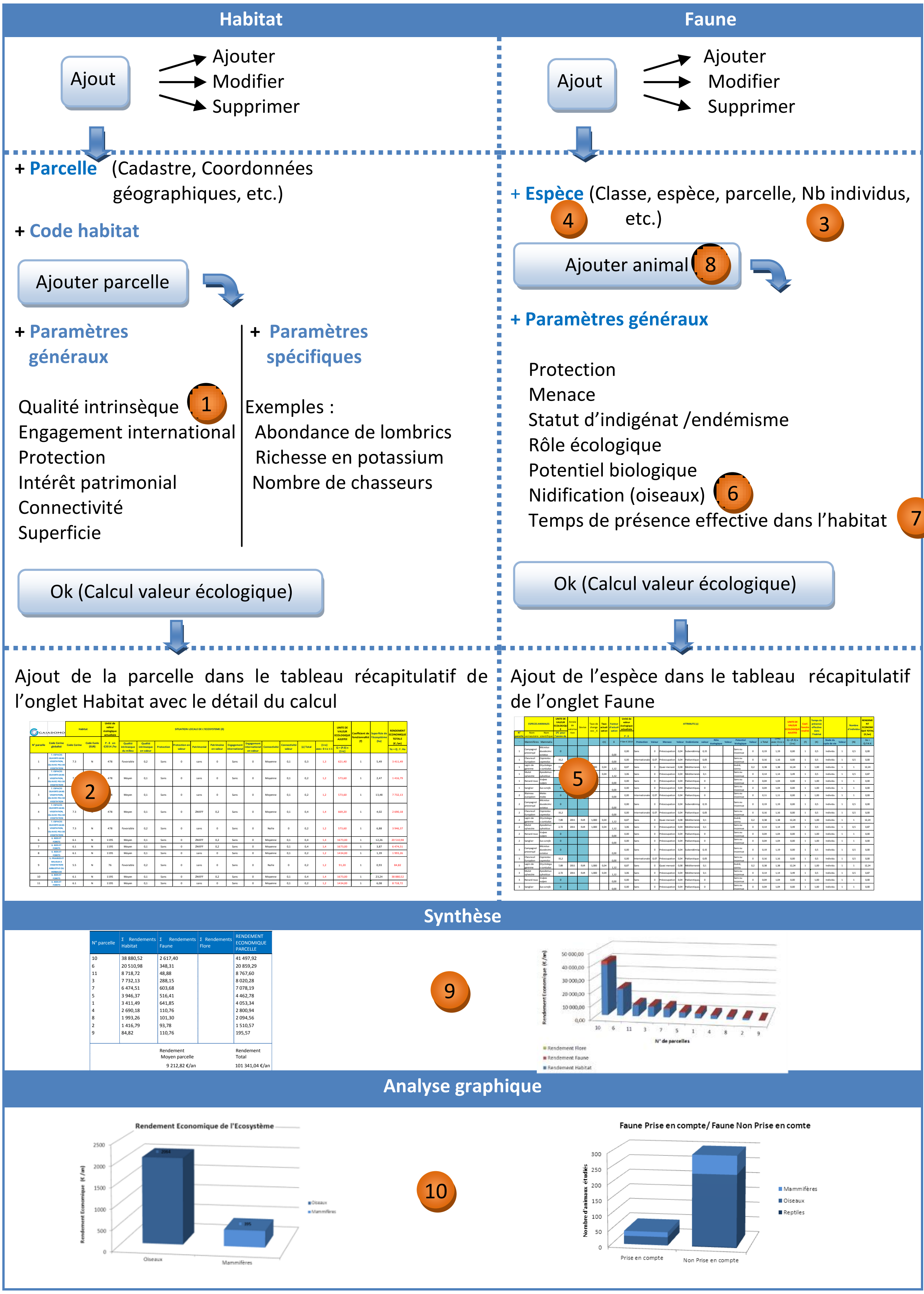


Figure 3.9 : Localisation des problèmes sur le schéma du déroulement d'une utilisation de BioCompta®

Tableau 3.5 : Résumé des principaux constats et points à améliorer d'après l'expérimentation BioCompta® sur le cas Bois des Espeisses

Onglet / domaine	N°	Points problématiques	Aspects à revoir et pistes de réflexion
Habitat	1	Concordance des notations de critères BioCompta® et BioÉvaluation® : pour le paramètre qualité intrinsèque du milieu la note BioÉvaluation® va de 1 à 5 et la note BioCompta® est favorable/moyen/dégradé. (Consensus adopté : 1 = Dégradé; 2-3 = moyen; 4-5 = Favorable)	Accorder les notations entre l'outil BioCompta® et BioÉvaluation® pour le Paramètre qualité intrinsèque du milieu et le paramètre connectivité dans BioCompta®
	2	Problème d'affichage et d'appellation pour les codes habitats : - Appellation EUNIS fausse - Inversion des codes Corine et ceux de la typologie CGDD dans l'affichage	Modifier le nom de la colonne code EUNIS pour l'appellation « Code CGDD » dans l'onglet Habitat Vérifier les correspondances des codes Corine et ceux de la typologie CGDD dans l'onglet Habitat
Faune	3	Données de terrain manquantes : - Positions géographiques des espèces - Nombre d'individus contactés par zone - État de l'habitat (mature et stable/en transition écologique)	Faire en sorte que les données nécessaires à BioCompta® soient récoltées pendant les phases de terrain
	4	Quelques espèces manquantes à la BD faune (exemple : Vespère de Savi (*Hypsugo savii*))	Compléter au fur et à mesure la BD Faune
	5	Le chevreuil a une valeur brute, mais aucune année de valorisation	La source des valeurs faunistiques ne se retrouve pas facilement
	6	Pas de possibilité de rentrer les espèces d'oiseaux en transit, elles doivent obligatoirement être nicheuses	Revoir le critère nidification pour inclure les espèces en transit
	7	Pas de données sur le temps de présence effective dans l'habitat. Le spécialiste faune les connait très bien. Idem pour le cas du paramètre rôle écologique. Les groupes faunistiques oiseaux sont beaucoup étudiés, ensuite les mammifères et les autres groupes font l'objet de beaucoup moins d'étude et peu de valeurs économiques sont disponibles	Le paramètre temps de présence effective dans l'habitat est spécifique à chaque espèce et ne varie quasiment pas selon le contexte, il serait judicieux de le pré-rentrer dans le logiciel Le paramètre rôle écologique pourrait également être pré-rentré à l'issu d'une recherche bibliographique et d'une consultation d'experts.
	8	Long temps de chargement des données par le logiciel entre l'ajout d'une espèce et l'entrée des paramètres lui étant liée.	

Tableau 3.5 : Résumé des principaux constats et points à améliorer d'après l'expérimentation BioCompta® sur le cas Bois des Espeisses (suite)

Onglet / domaine	N°	Points problématiques	Aspects à revoir et pistes de réflexion
Flore		Données de terrain manquantes : - Positions géographiques des espèces - Nombre d'individus ou pourcentage de recouvrement par zone BD BioCompta® vide dans l'onglet flore : la BD est détachée (annexe flore) L'annexe flore contient très peu de valeurs bibliographiques	Faire en sorte que les données nécessaires à BioCompta® soient récoltées pendant les phases de terrain Poursuivre la recherche de valeurs pour les espèces floristiques et compléter directement la BD BioCompta® La méthodologie d'évaluation des espèces floristiques est à améliorer
Synthèse	9	Les résultats paraissent incohérents avec un raisonnement basé sur les éléments écologiques	Proposer un résultat du rendement économique par parcelle et par hectare, car la notion de surface joue beaucoup sur la valeur finale de la parcelle
Analyse graphique	10	L'analyse graphique est légère et pourrait être complétée par davantage d'éléments	Proposer un graphique du rendement écosystémique par hectare et par parcelle avec le détail faune/flore/habitat Proposer un graphique du nombre de SE valorisés sur le nombre de SE existants pour chaque parcelle
Page de garde		La page de garde résume l'analyse en donnant le nombre d'espèces étudiées. Elle indique 232 espèces étudiées or il n'y a que 63 espèces entrées.	Le logiciel comptabilise le nombre d'espèces différentes par parcelle et les cumule, comme s'il n'y avait jamais deux fois la même espèce dans deux parcelles différentes.
Listes dérou-lantes		Les valeurs d'actualisation n'étaient pas les bonnes au début de l'étude ce qui a permis de comprendre que le logiciel ne sait pas systématiquement quelle est l'année en cours	L'année en cours ne se met pas à jour automatiquement, il faut la changer dans l'onglet listes déroulantes (en mode modification du programme).

L'expérimentation BioCompta® a été un exercice très enrichissant, permettant de déceler les anomalies du logiciel BioCompta® et d'entrevoir de nouvelles pistes pour un perfectionnement de l'outil. Le retour d'expérience du cas d'étude Bois des Espeisses permet maintenant de dresser un certain nombre de recommandations pour améliorer de nombreux aspects de la BioCompta®.

4 PISTES D'AMÉLIORATION

La revue de littérature sur la valorisation financière de la biodiversité, la maitrise de l'outil BioCompta® ainsi que l'exercice d'application du logiciel sur un cas d'étude concret fournissent ensemble les éléments nécessaires à la réflexion sur le développement de la BioCompta®. Le travail collaboratif avec les spécialistes de Gaïadomo, et en particulier avec Patrick Peters, a débouché sur l'élaboration des présentes pistes d'amélioration. Elles touchent autant la méthode générale d'évaluation financière que la fonctionnalité du logiciel de l'outil BioCompta®. Les premières recommandations pourront se réaliser sur un court terme tandis que les dernières donnent des pistes d'action pour le long terme.

4.1 Fiche de protocole BioCompta®

L'expérimentation BioCompta® a montré que les inventaires réalisés pour un simple diagnostic ou une BioÉvaluation® ne suffisent pas à apporter l'ensemble des données de terrain nécessaires à la réalisation d'une étude BioCompta®. En effet, comme il a été souligné dans le tableau 3.5, la valorisation des espèces nécessite certaines informations précises telles que la position géographique des espèces ou encore le nombre d'individus contactés. Il apparait donc nécessaire de réaliser une fiche de prospection spécifique à la BioCompta® afin que les spécialistes sachent par avance quelles informations relever sur le site lors des visites de terrain. Le processus étant similaire pour chaque étude, un modèle de fiche à remplir peut donc être élaboré dès maintenant. Le logiciel Excel parait constituer le meilleur compromis pour la création de telles fiches puisqu'il permet de rentrer de nombreuses informations de manière ordonnée. En outre, les données Excel sont facilement exploitables et exportables vers d'autres logiciels, tels que des logiciels de texte comme Word ou bien des logiciels de cartographies.

Pour aller encore plus loin, une énumération des étapes successives à réaliser pour une étude BioCompta® pourrait être extrêmement utile au chargé d'étude qui pourra à l'avance avoir un plan des tâches à accomplir. De plus, cette fiche permettrait à chaque utilisateur de laisser des commentaires relatifs aux manipulations à ne pas oublier pour le bon déroulement de l'étude. Par exemple, lors de l'expérimentation, l'étudiante a découvert que certaines fonctions n'étaient pas automatisées comme la mise à jour de l'année en cours, ce qui nécessite une manipulation préliminaire à l'entrée des données. Ainsi, la liste des étapes à suivre, accompagnée des remarques de chacun, permettrait à n'importe quelle personne du bureau

d’étude de se servir de l’outil BioCompta® assez facilement. De plus, le roulement important des employés chez Gaïadomo appuie l’utilité d’une telle fiche de prospection.
L’étudiante a réalisé un document de facilitation d’une étude BioCompta®, sur la base de cette recommandation. Celui-ci est présenté à l’annexe 5. Le fichier Excel pourra ensuite être complété au fur et à mesure des études BioCompta® et des modifications réalisées sur le logiciel.

4.2 Notions de valeurs

L’avancement du logiciel et l’enrichissement des BD concernant la valeur des espèces nécessitent de s’interroger à nouveau sur la notion de valeur et le choix à adopter dans le cas où plusieurs valeurs sont disponibles. En effet, l’expérimentation a mis en évidence la possibilité de choisir entre différents types de valeurs dans le cas des espèces d’oiseau. Quel type de valeur est alors à privilégier?

Certains aspects de la valeur complexe de la biodiversité sont déjà comptabilisés dans la valeur des habitats, où le système interactif de la diversité biologique est évalué plutôt que la participation de chaque composante aux fonctions du milieu. Cependant, outre la contribution des espèces aux SE, la biodiversité a une valeur en elle-même et pour elle-même. Cette valeur est non instrumentale et oscille entre valeur d’existence, valeur esthétique et valeur identitaire et culturelle (Colon et autres, 2009). Cette valeur que l’on nommera ici valeur intrinsèque est cependant difficile à déterminer; elle réside dans la conciliation des valeurs d’un environnement utile défini par l’économie du bien-être et des valeurs éthiques.
Ainsi, c’est la valeur qu’attribuent les individus à la biodiversité qui déterminera une valeur intrinsèque. La biodiversité peut être évaluée par différents types de valeurs : les valeurs marchandes, les valeurs justes, les valeurs de maintien de l’espèce, les valeurs des SE réalisés et les valeurs d’existence (Peters, 2014; Brahic et Terreaux, 2013). La valeur marchande est la plus répandue. Elle correspond au prix de vente ou d’achat de l’espèce sur le marché. C’est une valeur qui varie en fonction de l’offre et la demande et qui fluctue constamment (Peters, 2014). La valeur juste est la valeur juridique obtenue notamment lors de condamnation auprès des tribunaux. Cette valeur se compose généralement d’une amende, de dommages et intérêts et du remboursement des frais de procédure. Ce qui est appelé la valeur de maintien d’une espèce correspond à la somme investie pour maintenir, élever ou déplacer une espèce afin d’éviter sa perte (*ibid.*). Elle renvoie aux mesures de compensation établies lors de projets d’aménagement. La valeur d’existence est évaluée à travers la consultation de la population.

Les études de consentement à payer par exemple sont très efficaces pour déterminer une valeur d'existence (Brahic et Terreaux, 2013). La valeur du service écosystémique est explicite, elle renvoie aux services que l'espèce fournit pour l'augmentation du bien-être humain. Il faut cependant veiller à ce que les valeurs de service écosystémique ne se répètent pas dans les SE comptabilisés dans les habitats et ceux évalués pour les espèces.
Finalement aucune de ces valeurs ne permettra de déterminer quelle est réellement la vraie valeur soit la valeur théorique d'une espèce au sein de son écosystème (Peters, 2014). Cependant elles aident à s'approcher d'une estimation de la valeur intrinsèque. Cette estimation choisie dans BioCompta® sera appelée valeur cumulée. Selon Patrick Peters, la valeur marchande, la valeur juste, la valeur d'existence ou la valeur de maintien peuvent s'additionner avec la valeur du service écosystémique pour constituer une valeur cumulée qui représentera au mieux la valeur globale de l'espèce. Quoi qu'il en soit, toute espèce a une valeur minimum de 0 €, mais elle n'aura jamais aucune valeur théorique.

Certaines valeurs seront à privilégier lorsque plusieurs d'entre elles sont disponibles. La valeur marchande et la valeur juste ne se cumulent pas, mais se comparent. Lorsque qu'une espèce est renseignée par ces deux valeurs, la valeur juste sera sélectionnée préférentiellement à la valeur marchande, non pas parce ce qu'elle est plus élevée (ce qui est systématiquement le cas), mais parce qu'elle correspond au mieux à la valeur de l'individu, non pas considéré comme une simple marchandise, mais comme un élément important qui ne doit être détruit (Peters, 2014). La valeur de maintien et la valeur d'existence sont supérieures à la valeur marchande et à la valeur juste, car elles évaluent ce que l'espèce humaine est prête à investir pour la conservation à long terme de l'espèce et non pour son achat ou le remboursement de sa destruction. Enfin la valeur du service écosystémique peut s'ajouter à une de ces valeurs précitées pour donner la valeur cumulée.

D'autre part, comme le préconise Chevassus-au-Louis, des paramètres entrent en compte pour identifier et revaloriser la biodiversité remarquable dans le processus BioCompta® (Chevassus-au-Louis et autres, 2009). En effet, des paramètres BioCompta® tels que la qualité du milieu de vie de l'animal, son niveau de protection, son rôle écologique, son potentiel biologique, son statut d'indigénat ou son endémisme constituent autant de critères écologiques, éthiques, culturels et esthétiques permettant de prendre en considération le caractère patrimonial des espèces.

4.2.1 Amélioration du logiciel

La prise en main du logiciel BioCompta® ainsi que son test de performance sur le cas d'étude du Bois des Espeisses ont permis de mettre à jour plusieurs défauts ou manques qui font ici l'objet de recommandations.

Évidemment, le mode d'emploi du logiciel devra s'adapter aux modifications réalisées et éventuellement il intégrera certaines des remarques faites dans cette section lors de sa révision. De plus, tout comme dans le logiciel, il y a certaines confusions au niveau du vocabulaire employé ou certains termes à redéfinir suivant les annotations rédigées par l'étudiante sur la version du mode d'emploi qu'elle remettra à Gaïadomo.

4.2.2 Valorisation des habitats

La valorisation financière des habitats par l'outil BioCompta® se déroule sans problème particulier. Les résultats de celle-ci pourraient être améliorés par un enrichissement de la BD notamment par la précision de la nature et de l'origine des valeurs bibliographiques citées dans l'onglet valorisation habitat. En effet, les valeurs qui étaient pré-rentrées dans le logiciel sont simplement insérées dans le tableau de valorisation, sans information aucune autour de cette valeur. Pour des raisons d'analyse et d'interprétation des résultats, il serait intéressant d'avoir une case intitulée nature de la valeur, apportant des renseignements, notamment sur le type d'étude dont elle est issue, la méthode d'évaluation économique utilisée dans cette étude (évaluation de contingence, méthode des coûts de transport, etc.) et le pays de valorisation. Ces trois derniers éléments paraissent être un minimum nécessaire à inclure dans l'onglet valorisation des habitats pour chaque SE, afin d'être rapidement renseigné sur le type de valeur sur lequel l'évaluation de l'habitat repose.

4.2.3 Valorisation de la faune

Sur le même modèle que la recommandation précédente concernant l'origine de la valeur bibliographique des SE des habitats, il serait nécessaire d'ajouter le type de valeur bibliographique des espèces dans l'onglet BD faune. Comme expliqué à la section 4.2, les valeurs peuvent être des valeurs marchandes, des valeurs justes, des valeurs de maintien, des valeurs d'existence ou encore des valeurs issues de SE fournis par l'espèce. Cette information est également importante pour qui réalise l'étude BioCompta® et interprète les résultats de l'étude.

Concernant les paramètres de valorisation de la faune, le critère nidification des oiseaux doit être revu afin de pouvoir y intégrer les oiseaux qui utilisent le site lors de leurs trajets migratoires (Langlois, 2014). Ce sont les oiseaux dits en transit, pour qui le site d'étude est un couloir de déplacement vital. La valeur qui doit être attribuée à ce statut doit tenir compte de l'importance du site d'étude pour le suivi de l'individu. En effet, dans l'hypothèse où le site disparaitrait deux cas de figure peuvent se présenter : l'individu est fortement perturbé, ses chances de survie diminuées ou sa capacité de reproduction impactée ou bien l'individu parvient à dévier son parcours et modifier son couloir de déplacement au profit d'un autre site favorable. Le site de transit n'est donc pas aussi vital pour une espèce migratrice que pour une espèce nicheuse cependant son existence participe au bon déroulement du cycle de vie de l'animal. Pour ces raisons, il est proposé d'attribuer une valeur de 0,5 au critère nidification dans le cas où l'oiseau est en transit. De plus, puisqu'il ne s'agit plus seulement de la probabilité de nidification de l'oiseau dans ce critère, il est conseillé de le renommer avec le terme statut biologique.

À propos de l'évaluation du nombre potentiel d'individus sur une parcelle pour chacun des taxons faunistique, il est conseillé de trouver une alternative au dire d'expert. Un indicateur de la densité potentielle de l'espèce est donc proposé par le naturaliste et écologue Patrick Peters. L'évaluation de densité d'accueil (EDA) est un indice permettant d'évaluer en moyenne la présence d'une espèce. À partir d'observations naturalistes au sein d'un habitat mature et non dégradé, l'EDA permet d'estimer la capacité d'accueil moyen du site pour chaque espèce faunistique inventoriée.

Cet indice repose sur trois hypothèses. Premièrement, si une espèce est présente au sein de son habitat d'accueil en période favorable, notamment lors de la période de reproduction, c'est que cet habitat offre toutes les conditions pour accueillir cette espèce au-delà de l'observation. Deuxièmement, les individus contactés seront des individus adultes. Troisièmement, l'état de l'habitat est un état mature, stable et non dégradé. Cet adage permet d'envisager ainsi l'accueil moyen de la faune au sein de cet habitat. Comme expliqué au précédent chapitre, l'EDA repose sur une valeur moyenne bibliographique d'occupation d'un habitat par individu et par hectare. Ainsi, l'utilisation de l'EDA requiert un effort de recherches bibliographique important pour déterminer l'occupation moyenne de l'espèce pour chaque habitat. Le tableau 4.1 est un exemple du type du résultat d'une recherche bibliographie pour le cas de l'Écureuil roux. (Peters, 2014)

Tableau 4.1 : Valeurs bibliographiques d'occupation de divers habitats pour l'Écureuil roux (Peters, 2014; MNHN, 2012)

Forêt de conifères			Forêt mixte			Forêt de feuillus		
Valeur min/ ha	Valeur moy/ ha	Valeur max/ ha	Valeur min/ ha	Valeur moy/ ha	Valeur max/ ha	Valeur min/ ha	Valeur moy/ ha	Valeur max/ ha
0,5	1	1,5	0,5	1	1,5	0,02	0,11	0,2

Finalement, l'expérimentation a démontré que l'EDA est efficace pour évaluer la présence potentielle moyenne d'une espèce dans un habitat. Il serait donc intéressant de l'intégrer dans la méthodologie BioCompta®, après sa validation par l'équipe de Gaïadomo. Il sera alors nécessaire de réaliser une importante revue de littérature, de compiler les résultats des recherches dans un premier document Excel, puis d'intégrer une formule dans le logiciel Excel BioCompta® pour l'automatisation de l'EDA.

4.2.4 Synthèse et analyse graphique BioCompta®

Pour améliorer la présentation des résultats dans la synthèse, il est recommandé de présenter le rendement économique non pas seulement par parcelle, mais aussi par hectare. La superficie de l'habitat multiplie sa valeur initiale, ce qui empêche une comparaison de la valeur écosystémique absolue des parcelles entre elles.

Présentées dans le tableau 4.2 et la figure 4.1 pour le cas d'étude Bois des Espeisses, ces données apportent de nouveaux éléments pour l'analyse des résultats. Il apparaît clairement que certaines parcelles ont une valeur économique identique pour ce qui est des habitats, ce qui n'est pas le cas pour la faune. Cela reflète le mode de valorisation : pour les habitats, ce sont les SE qui sont évalués, donc, pour un même habitat, les mêmes services, tandis que pour les espèces, chacune des parcelles est occupée par des populations différentes en termes d'abondance et de richesse écologique.

En comparant les rendements économiques des habitats et de la faune, il est possible de remarquer que la parcelle 9 a le plus faible rendement économique à l'hectare dans le domaine des habitats. En revanche, elle a une des plus grandes valeurs de rendement économique à l'hectare en ce qui concerne la faune. Inversement pour la parcelle 11 qui a un habitat à fort rendement économique et une faune à très faible valeur financière. Ces éléments portent à démontrer qu'il n'y a pas nécessairement de relation de proportionnalité (en nombre et en valeur) entre les services fournis par les habitats et la biodiversité.

Cependant, cette conclusion n'est pas celle des plus grands spécialistes du domaine, elle est simplement le reflet de l'inégalité des éléments valorisés dans chacune des parcelles.

Enfin, le rendement économique total à l'hectare détermine quelles sont les parcelles qui ont le plus fort rendement économique par unité de surface. Ce classement de la valeur financière des parcelles par ordre croissant n'est pas identique à celui du rendement économique total présenté à la section 3.2.4. Les habitats forestiers conservent tout de même les plus fortes valeurs de rendement économique dû aux importants SE qu'ils fournissent.

Tableau 4.2 : Résultat du calcul des rendements économiques par hectares pour Bois des Espeisses

Parcelle	Rendement économique Habitats / ha	Rendement économique Faune / ha	Rendement économique Flore / ha	Rendement économique Total / ha
7	1673,00	155,99	0,00	1828,99
10	1673,00	112,62	0,00	1785,62
6	1673,00	28,41	0,00	1701,41
8	1434,00	72,88	0,00	1506,88
11	1434,00	8,04	0,00	1442,04
1	621,40	116,91	0,00	738,31
4	669,20	27,55	0,00	696,75
5	573,60	75,06	0,00	648,66
2	573,60	37,97	0,00	611,57
3	573,60	21,38	0,00	594,98
9	91,20	119,096774	0,00	210,29

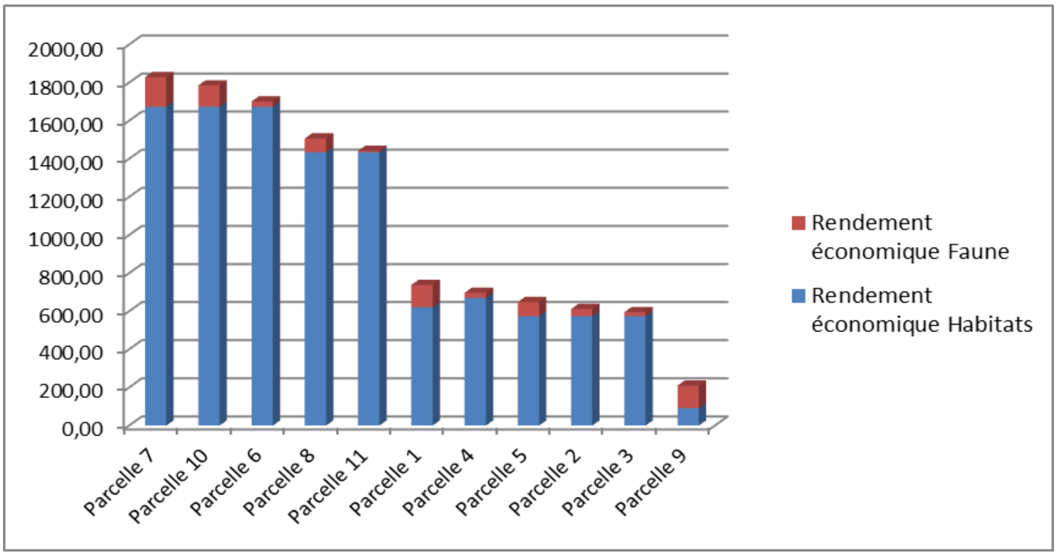


Figure 4. 1 : Représentation graphique des rendements économiques par hectares pour Bois des Espeisses

Il est également proposé d'ajouter un graphique supplémentaire à l'analyse graphique fournie par BioCompta®. Pour la faune, l'analyse graphique illustre actuellement la proportion des espèces non prises en compte par rapport aux espèces prises en comptes dans l'évaluation économique. Sur le même principe, il serait intéressant de disposer d'un graphique mettant en lumière la proportion de SE pris en compte et ceux non pris en compte dans la valorisation des habitats.

Le CGDD a réalisé une revue de littérature et a proposé une liste des grands types de SE par habitats, avec la même typologie d'habitat que celle utilisée par BioCompta® (CGDD, 2010c). Il est possible alors de réaliser rapidement une comparaison entre les SE énumérés dans le projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France réalisé par le CGDD et ceux valorisés dans BioCompta®. Cela a été réalisé pour le cas d'étude Bois des Espeisses et présenté dans le tableau 4.3. Pour se faire, le nombre de SE non évalués selon la liste proposée par le CGDD a été mis en parallèle du nombre de SE totaux évalués dans BioCompta®. Ces données ont ensuite été utilisées pour créer le graphique d'interprétation présenté à la figure 4.2.

Tableau 4.3 : Comparaison des services écosystémiques valorisés dans BioCompta® et des services écosystémiques généraux proposés par le CGDD pour le cas d'étude du Bois des Espeisses

Type de service	SE selon le CGDD	SE valorisés dans BioCompta®
6.1 Forêts mixtes : parcelles 6, 7, 8, 10, 11		
Services de régulation	Régulation de la qualité de l'air	Piégeage des particules
	Régulation du climat global	Stockage du carbone
	Régulation du climat local	
	Régulation de l'eau Disponibilité en eau douce	Rétention de l'eau dans le sol
	Purification de l'eau et traitement des déchets	Maintien de la qualité de l'eau
	Régulation de l'érosion	Lutte contre l'érosion
	Régulation des sols: maintien de sols fertiles	Décomposition de la MO et recyclage des éléments nutritifs
		Apport de matière organique
	Contrôle biologique: régulation des maladies et des parasites	Interactions biotiques (insectes ici)
	Pollinisation	
		Lutte contre les incendies

Tableau 4.3 : Comparaison des services écosystémiques valorisés dans BioCompta® et des services écosystémiques généraux proposés par le CGDD pour le cas d'étude du Bois des Espeisses (suite)

Type de service	SE selon le CGDD	SE valorisés dans BioCompta®
6.1 Forêts mixtes : parcelles 6, 7, 8, 10, 11		
Services d'approvisionnement	Production de nourriture	Cueillette
	Production de bois de construction et bois de chauffage	Production de bois
	Production de produits biochimiques et pharmaceutiques	
Services culturels	Valeurs spirituelle, esthétique, d'inspiration et d'éducation	Biodiversité (option legs, existence)
		Promenades, loisirs
		Chasse
		Réduction du bruit
7.3 Milieux à végétation clairsemée : parcelle 1, 2, 3, 4, 5		
Services de régulation		Séquestration du carbone (fixation + stockage)
		Maintien de la qualité eau / purification de l'eau
		Pollinisation
Services culturels	Récréation et écotourisme	Services culturels hors chasse et promenade
5.5 Maquis, garrigue, landes épineuses méditerranéennes : parcelle 9		
Services de régulation	Régulation du climat global	
	Régulation de l'érosion	
		Interactions biotiques (insectes ici)
Services d'approvisionnement		Cueillette
Services culturels	Valeurs spirituelles, esthétiques	
	Récréation et écotourisme	

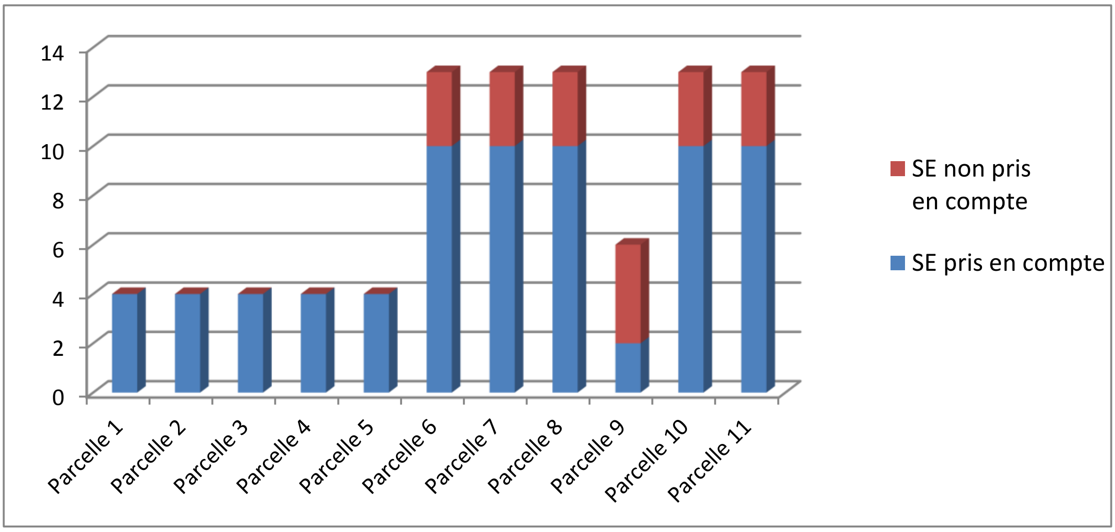


Figure 4.2 : Représentation graphique de la proportion de SE pris en compte et non pris en compte dans l'évaluation économique du Bois des Espeisses

4.2.5 Récapitulatif de l'ensemble des modifications du logiciel BioCompta®

Le tableau 4.4 est une synthèse des ajustements proposés pour l'amélioration du logiciel concernant les aspects soulignés dans la section 3.3 et les recommandations de la section 4.3. Pour chaque recommandation, le document ou la source qui peut aider à la réalisation de l'action est précisé dans la colonne de droite.

Tableau 4.4 : Liste des modifications du logiciel BioCompta® proposées pour son amélioration

Action	Document référence
Définir et uniformiser le vocabulaire autour de la notion de rendement économique (rendement écosystémique/ rendement économique/ valeur financière, etc.)	Mode d'emploi BioCompta® annoté par l'étudiante et logiciel Excel BioCompta®
Corriger l'erreur de surestimation du nombre d'espèces étudiées sur l'onglet page de garde	Aucun
Mettre à jour les données concernant les devises dans l'onglet listes déroulantes. Cela n'a pas été fait depuis 2011	Site internet Oanda (Oanda, 2014): http://www.oanda.com/lang/fr/currency/converter/
Ajouter un graphique du nombre de SE valorisés sur le nombre de SE existants pour chaque parcelle dans l'onglet analyse graphique	Annexe 6a du Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France (CGDD, 2010c); section 4.3.3
Vérifier que toutes les valeurs entrées dans les BD BioCompta® soient accompagnées de l'année de valorisation et de la devise de la valeur (entre autres, corriger le cas du Chevreuil européen)	Onglet bibliographie du logiciel Excel BioCompta®

Tableau 4.4 : Liste des modifications du logiciel BioCompta® proposées pour son amélioration (suite)

Action	Document référence
Corriger les correspondances des codes Corine et EUNIS dans l'onglet Habitat	Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France (CGDD, 2010c)
Insérer une colonne avec les noms des habitats correspondants aux codes apparents dans l'onglet valorisation habitat	Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France (CGDD, 2010c)
Revoir le critère nidification - Le renommer « statut biologique » - Y ajouter une catégorie « en transit » ayant pour valeur 0,5	Section 4.3.2 du présent document
Préciser le type d'évaluation monétaire et l'origine de la valeur des habitats dans l'onglet BD valorisation habitat	Section 4.3.1. et annexe 6 du présent document
Préciser le type de valeur des espèces dans les onglets BD faune et flore	Section 4.3.2. du présent document
Pré-rentrer le rôle écologique pour les espèces faunistiques	Spécialiste faune (Patrick Peters ou son successeur); bibliographie à déterminer
Pré-rentrer le temps de présence effective dans l'habitat pour la faune	Spécialiste faune (Patrick Peters ou son successeur); bibliographie à déterminer
Ajuster le logiciel selon la méthode de valorisation de la flore adoptée	Section 4.4 du présent document
Corriger la faute d'orthographe dans le second graphique de l'onglet analyse graphique (faune non prise en compte)	Aucun

4.3 Valorisation de la flore : révision de la méthode

La méthode pour la valorisation de la flore a été revue afin de valider une technique de calcul la plus juste possible par rapport aux données brutes qui seront valorisées et en fonction de la méthode de calcul des espèces faunistiques. La méthode proposée est présentée à l'annexe 6. La valorisation financière de la flore qui a été choisie est une adaptation directe de la méthode de valorisation de la faune aux spécificités des espèces végétales. En effet, il est primordial que la valorisation de la faune et celle de la flore soient similaires de sorte que l'évaluation économique globale soit cohérente et afin d'être en mesure de comparer les valeurs des deux embranchements.

La méthode recommandée a fait l'objet d'une réunion de travail et de remue-méninge (Bouhours et autres, 2014), cependant elle doit à présent être validée par Gaïadomo avant d'être intégrée dans BioCompta®.

4.4 Bases de données

Les BD BioCompta® sont en constante amélioration puisqu'un effort régulier est investi dans la réalisation des recherches bibliographiques de valeurs. Les sources de valeurs entrées dans les BD BioCompta® sont citées dans un onglet bibliographie du logiciel, mais il n'existe pas encore de serveur dédié pour le stockage de ces sources. Gaïadomo travaille actuellement sur la création d'un type de serveur destiné à la compilation de l'ensemble des données relatives à BioCompta®.

En outre, il est bien sûr recommandé de continuer l'enrichissement permanent de chacune des BD. Concernant la BD habitats, l'étudiante a déjà réalisé de nombreuses recherches bibliographiques, dont la démarche et les résultats ont été développés à la section 2.3.2 et à l'annexe 3. Sur ce modèle, de nouvelles revues de littérature doivent être réalisées, au moins une fois par an, permettant de surveiller les nouvelles études publiées. Il est important de noter que les valeurs doivent avoir une année de valorisation postérieure à 1999 sinon elles ne pourront pas être actualisées. En effet, la conversion d'une devise quelconque à l'euro pour les années antérieures à 1999 est impossible avec les sites de conversion aujourd'hui disponibles sur internet, car il la devise française à l'époque était le franc.

D'autre part, une source pertinente pour la poursuite des travaux sur la BD habitat a été trouvée. L'annexe 8 du document de recherche du CGDD (CGDD, 2010c) propose un tableau très intéressant récapitulant l'ensemble des indicateurs biologiques permettant de pondérer ou d'évaluer les SE et les fonctions écologiques y étant rattachées. Ainsi, ce document est très utile pour l'établissement des paramètres à renseigner, permettant de pondérer les SE dans l'onglet Valorisation des habitats.

Concernant l'enrichissement de la BD faune et flore, il faut garder à l'esprit que les valeurs recherchées peuvent être de type très différent et donc les sources de ces valeurs aussi.

Pour ce qui est de la priorisation des recherches de valeurs d'espèces, il est conseillé de se focaliser sur les espèces patrimoniales. Outre certains aspects pratiques qui font que ces valeurs sont davantage accessibles, la biodiversité remarquable a une valeur d'existence plus forte que la biodiversité dite générale (Chevassus-au-Louis et autres, 2009), bien qu'il existe certaines entités non remarquées dans les espèces englobées dans la notion de biodiversité

générale. De plus, la biodiversité générale ou « ordinaire » (Chevassus-au-Louis et autres, 2009, p. 5) pour reprendre le terme de Chevassus-au-Louis, est déjà évaluée, en partie, à travers les SE des habitats.

La BD faune contient déjà un nombre intéressant de valeurs bibliographiques, malgré l'hétérogénéité de leur répartition dans les groupes d'espèces. Le groupe des oiseaux est très riche en valeur, car c'est un groupe très étudié dans le domaine de l'écologie. Suite à l'expérimentation, il est recommandé de favoriser les valeurs spécifiques pour chaque espèce d'oiseau plutôt que des valeurs identiques issues d'une même jurisprudence. Les mammifères suscitent également un intérêt scientifique et économique notamment dans l'étude des espèces de ravageurs et de leurs prédateurs (Sivigny, 2010), des valeurs sont donc disponibles dans la littérature. Les autres groupes d'espèce comme les reptiles, les amphibiens et les insectes font quant à eux l'objet de peu d'études économiques.

La BD Flore est à constituer quasi entièrement. Selon l'INPN, la France métropolitaine héberge près de 5 000 espèces de plantes supérieures indigènes (et 26 fois plus dans ses territoires d'outre-mer) (INPN, 2014b). Ce chiffre donne une idée de la quantité de données qu'il faudrait récolter pour valoriser correctement les espèces floristiques. Il est donc conseillé d'orienter les premières recherches sur les espèces patrimoniales. En effet, de nombreuses mesures compensatoires sont réalisées pour conserver les espèces protégées. Les DREAL disposent des informations relatives à ces mesures compensatoires, dont les données économiques permettraient de déterminer une valeur financière pour l'espèce concernée. Ensuite, les espèces figurant sur les annexes 1 à 3 des espaces Natura 2000 pourront faire l'objet de recherches de valeurs approfondies pouvant déboucher surtout sur des valeurs de maintien et des valeurs marchandes. Enfin, il existe peu d'espèces d'arbres et aucun d'entre eux ne fait l'objet de mesure de protection particulière. Néanmoins, ils constituent des espèces clés pour les écosystèmes. Les arbres sont donc également une priorité dans la valorisation de la flore avec des valeurs marchandes facilement accessibles par l'intermédiaire des pépiniéristes. La bibliographie concernant la flore commune pourra ensuite se faire sur le long terme selon les besoins et les moyens du bureau d'étude. Afin de donner une idée du temps nécessaire pour réaliser ces recherches bibliographiques, selon Patrick Peters il faudrait environ trois mois de travail à temps complet pour valoriser la flore protégée, trois mois également pour les valeurs d'espèces Natura 2000 et une quinzaine de jours pour les valeurs des arbres de France métropolitaine.

4.5 Recommandations pour le long terme

Les pistes d'amélioration énoncées jusqu'à présent peuvent être mises en œuvre dès maintenant, bien que certaines actions s'étalent sur plusieurs années. D'autres recommandations plus générales pour le perfectionnement de l'outil et ses modes d'application peuvent également être formulées leur prise en compte étant à la discrétion de Gaïadomo.

4.5.1 Concordances BioCompta® et BioÉvaluation®

Gaïadomo est un bureau d'étude innovant qui a mis sur pied plusieurs outils d'interprétation de la biodiversité. Outre les évaluations quantitatives et qualitatives BioCompta® et BioÉvaluation® abordées dans ce document, BioSensivity®, outil d'audit de la sensibilité des sites du point de vue de la biodiversité, BioSupply®, indice de biodiversité dans les filières d'approvisionnement, ou encore BioRestauration®, outil d'accompagnement dans la réhabilitation écologique de site, sont des outils de mesures et des indicateurs de biodiversité également imaginés par Gaïadomo (Gaïadomo, 2011a). Ainsi certains de ces outils sont complémentaires et d'autres, au contraire, s'appliquent pour des cas totalement différents. Ces dispositifs doivent être développés conjointement lorsque leur domaine de compétence se superpose. Par exemple, BioCompta® et BioÉvaluation® ont certaines similarités. Comme il l'a été mentionné au précédent chapitre, quelques paramètres comme la connectivité ou la qualité intrinsèque du milieu sont communs à ces deux outils. Ainsi il convient d'accorder la manière de les noter afin de simplifier les études lorsqu'une BioCompta® et une BioÉvaluation® sont réalisées sur un même site.

Ces outils sont encore en recherche et développement et sont donc sujets à des modifications dans un avenir proche. Il n'est donc pas nécessaire de consacrer un temps de travail sur la concordance des similarités de ces deux méthodologies, cependant il est essentiel de garder à l'esprit le but ultime qui est de disposer d'outils compatibles entre eux, lors des réflexions destinées à leur amélioration.

4.5.2 Suivi de l'outil

La recherche et le développement d'un outil comme BioCompta® nécessitent un suivi rigoureux des différentes actions de modification ainsi que des réunions de réflexion. Les personnes travaillant tour à tour sur l'amélioration de l'outil doivent disposer de l'ensemble

des éléments nécessaires à la compréhension du fonctionnement du logiciel et de la démarche BioCompta® ainsi qu'en ce qui concerne la méthodologie appliquée pour chaque étape de développement de l'outil. Par exemple, l'étudiante en charge de l'élaboration des pistes d'amélioration du logiciel cette année a été confrontée à un manque d'informations formulées par écrit et difficilement accessibles par des échanges oraux puisque les derniers employés de Gaïadomo ayant modifié le logiciel sont partis. Ainsi, plusieurs interrogations sont restées en suspens : quelle méthode de transfert de valeur a été utilisée pour les habitats, de quelle manière les paramètres à renseigner pour la valorisation des SE ont été déterminés, etc.

Ainsi, il apparaît nécessaire de conserver une traçabilité des ajouts ou modifications ayant été effectués sur BioCompta®. De plus, les séances de remue-méninge sur l'outil doivent faire l'objet de comptes rendus complets. Actuellement, Yann le Goff, sénior consultant chez Gaïadomo se charge consciencieusement de ce suivi, particulièrement pour ce qui est de l'administration des documents de réunion (ordres du jour, rapports, comptes-rendus, etc.). La présente recommandation vise donc le maintien de ce suivi régulier, notamment la vérification de l'élaboration de rapport écrit pour chacune des modifications importantes sur le logiciel et la compilation de ces documents de travail sur un serveur accessible aux employés de Gaïadomo.

4.5.3 Applications potentielles

Les domaines d'application de l'outil BioCompta® sont abordés en détail dans le chapitre 5. Néanmoins il est déjà possible d'évoquer quelques idées générales concernant l'utilisation future de BioCompta®.

Ultimement, l'outil BioCompta® mériterait d'être utilisé pour des comparaisons de rendement économique des milieux naturels dans le temps et dans l'espace. En effet, BioCompta® n'est pas destiné à procurer une valeur absolue d'un site, mais il donne une estimation de la valeur financière des éléments naturels afin d'aider à la prise de décision.

D'une part, BioCompta® peut comparer la valeur de plusieurs sites différents à condition que ces derniers présentent des habitats de même type (selon le code EUNIS). Ainsi, le commanditaire pourra avoir une idée de la richesse naturelle de chacun des sites en termes financiers. D'autre part, l'outil pourrait être appliqué à la comparaison de la valeur du même site avant et après un impact ou un aménagement quelconque. Cela permettrait de calculer le montant de la perte de biodiversité et de SE engendrée par un projet. Avec l'expertise des

spécialistes en biodiversité et environnement du bureau d'étude BioCompta®, il est même envisageable de faire une estimation prévisionnelle de la valeur de cette perte pour informer le propriétaire du site avant la réalisation des travaux et l'aider à faire le meilleur choix en faveur de la préservation des richesses naturelles.

4.5.4 Adaptabilité à l'étranger

Certains clients de Gaïadomo ont exprimé la volonté d'exploiter la BioCompta® en dehors de la France métropolitaine (Le Goff, 2014). Une demande d'adaptabilité de l'outil pour l'étranger se fait en effet sentir, d'abord pour les pays européens puis pour l'international. L'application de BioCompta®, pour l'instant prévu pour un système franco-français, pourrait se généraliser dans un premier temps aux pays dits latins, soit les pays entourant la France, du bassin méditerranéen à la Grande-Bretagne. En effet, le logiciel pourrait être presque aussi efficace dans ces pays, car les habitats et la biodiversité de la zone biogéographique des climats tempérés d'Europe occidentale présentent de grandes similitudes, bien que certaines espèces aient une zone d'occupation restreinte (Gaïadomo, 2013b). En revanche, en dehors de ces régions naturelles, l'outil BioCompta® tel qu'il est constitué à présent n'est pas applicable. Son utilisation dans des régions éloignées de la France métropolitaine requerrait des efforts supplémentaires de recherches bibliographiques et de complémentation du logiciel sur le long terme, ainsi que l'expertise de naturalistes spécialisés.

L'ensemble des recommandations formulées dans ce chapitre fournit à Gaïadomo de nombreuses pistes pour agrémenter le logiciel et le perfectionner. Le développement d'un tel outil est un processus long et fastidieux qui s'étale sur de nombreuses années avant d'obtenir un résultat satisfaisant. Des expérimentations supplémentaires et des travaux de recherche seront donc nécessaires au fur et à mesure de l'avancement de l'outil. En outre, Gaïadomo doit continuer d'échanger et de rétroagir autant avec ses clients qu'avec les universitaires, permettant d'effectuer un travail collaboratif productif.

5 LA MONÉTARISATION DE LA BIODIVERSITÉ : PERSPECTIVES D'UTILISATION

Ce dernier chapitre traite des possibilités d'application des outils d'évaluation économique de la biodiversité et plus particulièrement du cas de BioCompta®. Une analyse de la demande sociétale concernant ce type d'outil et un inventaire des outils d'évaluation économique existants permettent de déterminer les perspectives d'utilisation de la BioCompta®.

5.1 Les domaines d'application de l'évaluation économique

L'évaluation économique de la biodiversité comporte l'avantage de rapprocher la problématique de la dégradation accélérée des écosystèmes et la prise de décision en matière d'économie, à travers un langage monétaire. Il semble, à première vue, légitime d'utiliser cet indicateur financier pour orienter des choix qui touchent aux ressources naturelles et à la biodiversité (Rankovic et autres, 2012). Dans les pays développés, le besoin d'évaluation monétaire en matière d'environnement se fait sentir dès qu'il y a une volonté de prise en compte de sa valeur dans les décisions ou les actions pouvant porter atteinte à la nature, afin d'éviter, réduire ou réparer cette atteinte (CGDD, 2010b).

Une revue approfondie de la littérature, étonnamment peu fournie à ce sujet, ainsi que de l'actualité révèle une grande variété d'utilisation des outils économiques. De manière synthétique, l'utilisation de l'évaluation économique attendue par la littérature se décline selon trois catégories : l'utilisation décisive, destinée à orienter une prise de décision, l'utilisation technique, appliquée dans le réglage technique d'instruments ou de démarche engagée et l'utilisation informative, vouée à communiquer sur le lien entre économie et biodiversité. (Rankovic et autres, 2012)

5.1.1 L'aide à la décision

Dans le cadre de l'évaluation de politiques publiques, l'évaluation économique de la biodiversité permet d'envisager l'intégration de leur impact sur la biodiversité. L'impact environnemental d'une politique peut être mesuré à l'aide de méthodes de type analyse coût-avantage (ou coût-bénéfice), comme le rapport du CAS (Chevassus-au-Louis et autres, 2009). Largement utilisée dans le domaine de l'environnement, cette méthode permet de mesurer et donc d'assurer la rentabilité économique des investissements. Au sein de la Direction Générale de l'Environnement de la Commission Européenne, l'utilisation de ces analyses de l'impact environnemental dans l'évaluation d'une politique publique *ex-ante* (en avant-projet) est

maintenant systématique selon un ancien employé (Colon et autres, 2009). Cependant une normalisation du recours aux critères de rentabilité économique pourrait dévaloriser ces politiques dont l'avantage non financier serait plus difficile à démontrer. De plus ces analyses sont encore fragiles en raison de la difficulté à mobiliser et manipuler les données relatives à la biodiversité et aux systèmes naturels. Une autre méthode utilisée dans l'évaluation des politiques publiques est l'analyse coût-efficacité, non basée sur les bénéfices financiers, mais sur la réussite d'un projet. Elle permet d'estimer le coût des actions à réaliser par rapport à l'atteinte des objectifs prédéfinis (Centre européen de prévention du risque d'inondation, 2011; Colon et autres, 2009).

5.1.2 Les stratégies d'entreprises

L'économie de la nature trouve également sa place dans les stratégies des entreprises. Peu de marchés visent les B&SE rendus par la biodiversité et les écosystèmes néanmoins il existe toujours une retombée de leurs coûts et bénéfices à différents niveaux, temporels et géographiques notamment (TEEB, 2008). La Convention sur la diversité biologique appelle donc à l'adoption de bonnes pratiques susceptibles de minimiser les impacts négatifs des entreprises sur la biodiversité à travers le lancement du programme nommé *Global Partnerchip for Business and Biodiversity*.

D'après une enquête lancée par le CGDD en 2010, deux tiers des entreprises seraient conscientes de leurs impacts négatifs sur la biodiversité, en particulier dans les secteurs des transports, de l'extraction et de la construction et un tiers des entreprises disent avoir également conscience de leur dépendance vis-à-vis des services rendus par la biodiversité (Association Française des Ingénieurs Ecologues (AFIE), 2014; Houdet, 2008). Certaines entreprises ont conscience également de l'intérêt d'investir dans les ressources naturelles, de sorte à favoriser la diversité du vivant à travers les activités économiques et inversement, de faire de la biodiversité une source d'accroissement du profit (*ibid.*). Toujours selon le CGDD, deux tiers des entreprises déclarent mener au moins une action en faveur de la biodiversité. Les motivations principales de ces actions restent variées : image, compétitivité, anticipation de la règlementation, sécurisation des approvisionnements, etc. (AFIE, 2014). À l'heure actuelle, il y a donc un réel intérêt des entreprises à mettre en avant la valeur biologique de leur site d'activité en opposition à de plus anciennes attitudes qui consistaient à éviter de remarquer la présence de la biodiversité en raison des contraintes réglementaires (*ibid.*).

Actuellement, l'évaluation du rapport entre les entreprises et le système du vivant se fait à l'aide d'outils d'analyse de cycle de vie. Ces derniers utilisent la tonne équivalent carbone comme principal indicateur et n'intègrent donc pas directement la biodiversité (Houdet, 2008). Le monde entrepreneurial nécessite la mise en place d'un bilan biodiversité à l'image du bilan carbone, toujours dans un langage basé sur les coûts et les bénéfices (Chevassus-au-Louis et autres, 2009; Colon et autres, 2009).

5.1.3 Les projets d'aménagements

Dans les choix en matière de projet d'aménagement et notamment d'infrastructure, l'évaluation économique de la biodiversité peut orienter vers des projets qui minimisent l'impact sur les milieux naturels. Il est déjà arrivé que l'évaluation monétaire oriente les maîtres d'ouvrages vers des milieux ou des techniques qui endommagent le moins possible l'environnement (Colon et autres, 2009). Ces comportements pourraient mener à une occupation du sol réfléchie en termes de bénéfices écologiques selon la fourniture de B&SE. Cependant l'évaluation économique doit être réalisée par un tiers, car bien souvent, les impacts et avantages environnementaux sont évalués par la personne porteuse du projet. Ainsi, les bénéfices ont tendance à être surestimés et les dommages sous-estimés. Un outil qui utilise une méthodologie constante et fondée sur des résultats scientifiques comme BioCompta® permettrait ainsi de rendre l'évaluation des bénéfices environnementaux robuste et non contestable.

Enfin, dans le cas d'élaboration de mesures compensatoires, qui interviennent en dernier recourt dans les projets d'aménagement, l'utilisation d'un outil comme BioCompta® fournit une valeur approximative des éléments naturels du terrain qui est visé par un aménagement particulier détruit. Par conséquent, les mesures proposées à l'aide d'un tel indicateur tendront vers un impact final le plus neutre possible.

5.1.4 Les instruments de marché

L'évaluation monétaire peut également aider à la mise en place ou à l'ajustement des instruments économiques. Ces instruments, dits de marché, sont très diversifiés, mais ils accordent tous une valeur à l'environnement et comportent trois atouts en commun, qui font leur succès ces dernières années. Ils corrigeraient les défaillances de marché à travers une meilleure prise en compte des impacts des activités anthropiques; ils rendraient possible l'application de la théorie des incitations qui veut que les agents aient une meilleure conduite

lorsqu'ils y sont encouragés; et ils permettraient de mettre à contribution les acteurs privés, ce qui concourrait à réduire certains déficits financiers. Les catégories d'instruments de marchés vont des certifications et labels aux accords de type coasien (échange de droits entre agents) en passant par la création de permis dans tout ce qui touche à l'environnement. (Conaré, 2011)

Parmi ces instruments de marché, les payements pour services environnementaux (PSE) se distinguent nettement et sont en plein développement, constituant un sujet d'actualité. Le journal *Ecosystem Services* a d'ailleurs consacré un volume entier aux articles scientifiques concernant les PSE (Elsevier, 2014). Les PSE consistent en un transfert de ressources financières entre les bénéficiaires d'un service environnemental et les fournisseurs de ce service ou du moins ceux qui permettent la préservation de ce service par une utilisation du sol raisonnée (Sukhdev, 2008; Mayrand et Paquin, 2004). Il s'agit ainsi de promouvoir les externalités environnementales positives, soit les bénéfices indirects tirés des écosystèmes, en misant sur l'adhésion volontaire des producteurs en échange d'un paiement (Aoubid et autres, 2011). De nombreux exemples démontrent le succès des PSE, notamment dans le domaine de la préservation de l'eau potable. P. Sukhdev cite l'action menée par Vittel-Contrex; face à la menace de la qualité de l'eau potable prélevée dans les Vosges en raison des exploitations agricoles situées sur le bassin versant, l'entreprise a décidé d'inciter financièrement les agriculteurs à favoriser des pratiques de production moins polluantes pour l'environnement et donc pour l'eau (Sukhdev, 2008).
Actuellement, les méthodes d'évaluation économique des SE pour les PSE semblent être établies au cas par cas. En effet, chaque projet est unique et fait donc l'objet d'une étude économique réalisée par des spécialistes en matière de SE.

5.1.5 La communication et la médiation

L'évaluation économique peut être utilisée en tant que plaidoyer et ainsi servir pour l'argumentation, la justification et l'arbitrage. Tout d'abord, en amont d'un processus décisionnel qui implique une discussion entre les principaux protagonistes, la valorisation financière peut s'avérer être un très bon atout. Comme outils d'argumentation, l'évaluation monétaire intervient dans un processus de concertation ou de négociation pour faire valoir une position. Les associations et organisations non gouvernementales pour la protection de la nature semblent très intéressées par cet aspect de la valorisation financière de la biodiversité (Colon et autres, 2009). L'appel du président équatorien, Rafael Correa, à la communauté

internationale en 2007, illustre bien cette forme d'utilisation de l'évaluation économique. Celui-ci proposait de renoncer à l'exploitation d'un gisement pétrolier à condition d'obtenir une compensation monétaire pour les SE qui auraient été conservés (c'est également un exemple de PSE). La compensation demandée s'élevait à 350 millions de dollars pour épargner un parc national au cœur de l'Amazonie qui comportait, entre autres SE, des capacités de stockage de dioxyde de carbone estimées à 500 millions de tonnes/an (Vert et Colomb, 2009).

Cette approche peut également être utilisée pour justifier un choix, donc dans ce cas en aval de la prise de décision. Par exemple, la valorisation financière de la biodiversité peut aider à démontrer aux contribuables le bien-fondé de certains investissements, principalement en matière de conservation de la nature. L'utilisateur de l'outil économique est alors en quête d'une légitimité pour continuer ou promouvoir ses actions et ses choix. (Colon et autres, 2009)

Finalement, l'évaluation économique peut également s'avérer être un bon outil de sensibilisation. Dans le domaine de la communication et de la vulgarisation, elle apporte des valeurs-chocs, pour une prise de conscience collective et une réaction de l'opinion publique. Un exemple flagrant, et un des premiers, est la réaction du public suite à la publication de l'étude de Costanza et son équipe en 1997, évaluant à quelques 33 000 milliards de dollars américains la valeur annuelle des SE mondiaux, alors que le PNB mondial s'élevait à 18 000 milliards de dollars (Costanza et autres, 1997). Certes cette étude était approximative et la méthode très critiquée, mais Costanza a atteint son objectif qui était de créer un électrochoc dans la communauté politique (Colon et autres, 2009).

5.2 L'évolution de la demande sociétale au regard de l'évaluation monétaire

Bien que l'évaluation économique se soit fait connaître et ait été perfectionnée depuis la fin du vingtième siècle, l'intérêt pour les valeurs monétaires de l'environnement s'est élevé assez récemment avec la raréfaction croissante des ressources naturelles engendrant certaines crises économiques (CGDD, 2010c). Cela se ressent notamment dans le dernier Sommet de la Terre qui reconnait la valeur de la biodiversité et des écosystèmes comme une aide pour concilier la préservation des richesses naturelles avec l'assouvissement des besoins économiques, sociaux et environnementaux des générations actuelles et futures. L'évaluation de la biodiversité et des SE en terme monétaire est donc de plus en plus sollicitée grâce à la divulgation de cette notion et de ses avantages. Aujourd'hui, la valeur monétaire est à la fois très étudiée par les organismes de recherche et très convoitée par divers acteurs nécessitant

de nouvelles approches pour argumenter, convaincre, gérer, juger ou encore sensibiliser notamment dans les mondes de la finance, de l'entreprise ou de la justice.

5.2.1 Domaine de la recherche

Le concept de SE a séduit non seulement les économistes et scientifiques dans le domaine de la recherche, mais également les ONG environnementales (World Wildlife Fund, The Nature Conservancy, etc.), les institutions internationales (Banque Mondiale, Programme des Nations Unies pour l'Environnement) ou encore les institutions régionales. Il semble que ce concept ait rapidement gagné du terrain avec une popularité actuelle cinquante fois supérieure à celle du début des années 1990 et 10 fois plus importante qu'il y a 5 ans (Hamel et Bouffaron, 2014).
Les études scientifiques s'attachant à évaluer les bénéfices rendus à travers les SE foisonnent depuis peu. Un journal international et interdisciplinaire, intitulé *Ecosystem Services* et consacré aux études sur le thème des SE, a d'ailleurs vu le jour en 2012. Ceci met en exergue l'effort investi par le secteur de la recherche pour développer les connaissances et les évaluations à ce sujet. En France, par exemple, le laboratoire d'économie et de sociologie de la faculté des sciences économiques de Lille mène actuellement un large travail de recherche sur les SE, intitulé BioServ. Ce projet programmé pour 2012 - 2015, implique de nombreux collaborateurs tels que des laboratoires indépendants, des universités et les espaces naturels régionaux (AFIE, 2014). La disponibilité des valeurs liées aux écosystèmes s'améliore donc de façon notoire ce qui permettra de disposer de suffisamment de données pour concrétiser et améliorer leur utilisation dans un futur proche.

Jusqu'à présent le domaine de la recherche a beaucoup stimulé les projets et les actions en rapport avec la valorisation financière de la biodiversité (Devictor, 2014). Aujourd'hui il apparaît que les initiatives pour une meilleure prise en compte de la valeur du capital naturel dans le système socio-économique se multiplient. Comme le développement suivant tente de le dévoiler, les secteurs tels que la justice, la finance et l'entreprenariat semblent avoir des ambitions en matière d'environnement qui dépassent les outils aujourd'hui disponibles.

5.2.2 Secteur financier

Le sommet de la Terre Rio +20 a marqué un engagement fort de la part des institutions financières dans la préservation et la restauration du capital naturel à travers leurs activités. La déclaration du capital naturel signée par le secteur financier lors de Rio+20 demande:

> « […] que les secteurs public et privé travaillent ensemble pour créer les conditions nécessaires pour maintenir et rehausser le capital naturel comme un bien économique, écologique et social critique. » (UNEP Finance initiative et Global Canopy Programme, 2012, p. 1)

Les institutions financières reconnaissent la nécessité de leur implication dans les actions menées dans le cadre d'une transition vers une économie verte et, plus encore, elles s'engagent à promouvoir des outils appropriés pour rendre compte du capital naturel dans le domaine financier. En effet, le secteur financier est en mesure de proposer des prêts, des investissements, des assurances et d'autres services financiers liés au capital naturel, dont dépendent les entreprises, les organisations, les gouvernements et les individus (UNEP Finance initiative et Global Canopy Programme, 2012).

Il y a une nette prise de conscience de la valeur des risques financiers et des opportunités d'affaires liées à la biodiversité dans les produits et services proposés par les institutions financières. Cette conscientisation permet d'enclencher un mouvement pour l'édification, l'évaluation et l'utilisation d'outils capables d'insérer la valeur des B&SE dans l'économie mondiale. L'implication et le soutien des acteurs publics dans cette démarche est sollicitée par les acteurs financiers afin de crédibiliser et d'accompagner ces nouvelles mesures, notamment à l'aide d'une législation et de moyens de régulation appropriés (*ibid.*).

5.2.3 Monde des entreprises

Plusieurs articles publiés en 2012 font état de la portée et des perspectives liées à l'évaluation économique de la biodiversité dans la crise économique. D'une part, la prise en compte de l'environnement dans les activités des entreprises améliore leur image et leur réputation. En effet, un sondage a montré que la protection et la promotion du capital-marque (soit la valeur de la marque) constituent une priorité pour l'entreprise qui s'implique dans la RSE (BlueQUEST, 2012). Elle faciliterait également les collaborations entre entreprises et acteurs publics en suscitant la fierté d'appartenance et la cohésion à travers des valeurs communes, celles d'un avenir durable (*ibid.*). D'autre part, la réconciliation de l'économie avec l'écologie permettrait d'améliorer la performance opérationnelle rattachée aux approches RSE. Pour cela, de nouvelles expertises et modes de production et de comptabilité devront être proposés, en s'appuyant sur une connaissance complexe des processus naturels (Musnier, 2012). L'entreprise PUMA, une des entreprises du groupe KERING (anciennement PPR), a été la première à tenter de mesurer la valeur de ses services ainsi que les coûts des impacts d'une entreprise sur le capital naturel à l'aide d'un compte de résultat environnemental (PPR, 2012).

Cet outil pionnier est maintenant perfectionné et largement utilisé par le groupe KERING, leader mondial de l'habillement des accessoires (KERING, 2014).
L'investissement et l'innovation basés sur l'économie de la nature constituent plus que jamais une voie prometteuse pour l'amélioration de la compétitivité des entreprises, et ce quel que soit leur domaine d'activité.
Enfin, l'engagement environnemental d'une entreprise peut être un acte d'anticipation de la règlementation. L'actualité ne cesse d'évoquer des propositions et des décisions règlementaires qui tendent à insérer la valeur des B&SE dans le monde des activités économiques. Au mois de mars dernier, la Direction Générale des Finances Publiques française publiait une instruction fiscale sur les revenus tirés de l'activité de pollinisation, insérant l'activité des abeilles dans le calcul des revenus et des impôts, dans la catégorie des bénéfices agricoles. Cet exemple montre que la dépendance de l'Homme face aux B&SE et leur menace évidente incitent la société à réaliser certains bouleversements réglementaires.

5.2.4 Secteur juridique

La règlementation française s'efforce depuis maintenant trente ans d'introduire des obligations au regard de la préservation de la biodiversité, en commençant par la loi sur la protection de la nature en 1976. La réglementation actuelle touche principalement au coût de la prévention consenti par les entreprises à tout projet d'aménagement dans le cadre du principe éviter, réduire, compenser. En revanche, lorsqu'il s'agit des mesures post-accident comme le versement de dommages et intérêts, l'actualité fait remarquer que le droit n'est pas catégorique et demande à s'améliorer. Dans ces situations, la notion de préjudice écologique est alors apparue dans la jurisprudence afin de prendre en compte les atteintes à l'environnement. (Entreprises pour l'Environnement, 2009)
C'est dans l'affaire de l'Erika, le naufrage d'un pétrolier au large de la Bretagne en 1999, que la notion de préjudice écologique est introduite. Il est alors défini comme toute atteinte non négligeable à l'environnement (air, atmosphère, eau, sols, biodiversité, etc.) qui nuit à l'intérêt collectif (Hache, 2008). Au même titre que les préjudices économiques subis par les pêcheurs ou conchyliculteurs, que le préjudice d'image lié à la souillure de la station balnéaire ou que le préjudice moral des associations de protection de l'environnement par exemple, le préjudice écologique est pour la première fois reconnu et évalué très lourdement (*ibid.*). Cette affaire ouvre une perspective novatrice en droit de l'environnement, en donnant véritablement un prix à chaque oiseau mort. Cependant, selon Laurent Neyret, juriste français spécialisé dans le

droit de l'environnement et le droit de la santé, l'Erika est loin d'être la première affaire à traiter de préjudice écologique (Réju, 2012). Quelque 200 autres décisions du même registre auraient été discrètement rendues par le tribunal français au cours de ces dernières années. En étudiant la jurisprudence, des inégalités dans les décisions de jugements apparaissent clairement. Par exemple, en 2010, la cour de justice de Paris accorde aux parties civiles 13 millions d'euros au titre de préjudice écologique dans l'affaire de l'Erika (Maître et Huglo, 2012) alors que la cour d'appel de Versailles évalue le préjudice écologique lié à la pollution aux hydrocarbures du lac du parc de Vanves à seulement un euro, et cela au cours de la même année (Réju, 2012). Selon le président de la commission environnement du club des juristes, Yann Aguila, les magistrats sont parfois démunis et ne savent pas à quelle base juridique se référer. Ceci explique la volonté de créer un régime de réparation du préjudice environnemental en l'introduisant dans le code civil (*ibid.*). En mai 2013, le Sénat a alors voté en faveur de l'intégration de la notion de dommage causé à l'environnement dans le code civil français afin d'asseoir solidement les futurs jugements (Desjardins, 2014).

Si le préjudice écologique tend à être notoirement considéré, alors comment chiffrer le dommage environnemental? C'est là que l'économie de l'environnement trouve une légitimité. Pour le moment, les principaux obstacles à la mise en place d'une évaluation économique régulière est l'absence de méthode et de données centralisées ainsi que le manque d'experts spécialisés. Un travail collaboratif des scientifiques, économistes et juristes visant la mise en place d'une comptabilité nouvelle se fait attendre (Hache, 2008).

En outre, alors que la société prend peu à peu conscience des dégâts sur l'environnement et la santé que peuvent entraîner les activités sur-productivistes de l'après-guerre, c'est le moment de réagir pour créer une justice capable de punir les crimes contre l'environnement à hauteur des ravages engendrés quel que soit le pays touché. Comme le souligne Corinne Lepage, eurodéputée et fondatrice du mouvement Ralliement Citoyen, les évènements tels que l'Erika, les boues rouges et le sel des mines de potasse dans le Rhin, les procès sur les organismes génétiquement modifiés et sur les problématiques reliées à l'amiante marquent la nécessité de créer un tribunal pénal européen de l'environnement et de la santé (Basini, 2014).

Les applications actuelles et potentielles de la valorisation monétaire de la biodiversité en France et à l'international sont donc très diverses et peuvent servir à de nombreuses causes en faveur de la biodiversité. Cependant, il faut toujours rester prudent lorsqu'il s'agit d'utiliser les évaluations économiques, car elles pourraient aussi jouer en défaveur de la nature, si les outils sont utilisés à mauvais escient (CGDD, 2010b).

5.3 Positionnement de l'outil BioCompta®

La BioCompta® n'est pas le seul outil d'aide à la décision qui a l'ingéniosité de consigner et d'utiliser les données issues des études sur les valeurs des SE. Cependant, la recherche bibliographique basée sur les études, les colloques, les ressources internet, etc. a montré qu'il était, à l'heure actuelle, l'unique outil en son genre dans un système franco-français.

5.3.1 Recensement des outils d'évaluation économique des services écosystémiques

Depuis les années 1960, des appels à la mobilisation des outils de l'économie à l'environnement se font entendre. De grands espoirs sont placés dans ces nouveaux instruments pour l'émancipation et la réussite des entreprises ou encore de meilleures politiques (Laurans et Lapeyre, s.d.).

De nombreuses compagnies travaillent actuellement sur le développement de nouvelles approches pour intégrer les SE dans le processus de décision des secteurs privés et publics. L'aide à la décision est inspirée par de nombreuses disciplines transversales, ce qui engendre des outils variés selon les approches choisies. Les outils diffèrent par leur prise en compte des représentations économique, spatiale et temporelle des SE et de la biodiversité. Une étude inédite menée par Kenneth J. Bagstad et ses collègues, aux États-Unis, a cherché à caractériser les outils d'évaluation monétaire des SE existants et à déterminer leurs forces et faiblesses en les testant sur une même zone d'étude. Ce travail se base sur un examen approfondi de la littérature et la consultation de 77 spécialistes dans les secteurs privés, publics, non gouvernementaux et académiques. Les résultats de leur analyse, dévoilés en septembre 2013, ont permis de réaliser un synthèse regroupant les principales caractéristiques de ces outils, permettant de les comparer à la BioCompta®. Dix-sept outils consacrés à l'évaluation des SE et/ou de la biodiversité ont été identifiés, permettant de quantifier, modeler, évaluer monétairement ou non et/ou cartographier les SE. Malheureusement les recherches de cette étude ce sont orientées principalement vers les outils disponibles et utilisables aux États-Unis. (Bagstad et autres, 2013)

Le tableau 5.1 met en avant la diversité d'outils disponibles pour évaluer les SE en vue d'une utilisation directe pour l'orientation et la prise de décision en environnement. Ces outils sont, pour la plupart, en cours de développement et en phase de test, puisque leur création est très récente. Un certain nombre d'entre eux utilisent des systèmes d'information géographique (SIG) permettant d'utiliser des données géographiques et de visualiser les résultats facilement.

Tableau 5.1 : Revue des outils d'évaluation des services écosystémiques (Compilation d'après : Bagstad et autres, 2013 p. 30, 31 et 36; Waage et autres, 2011 p. 11 à 13)

Dénomination et URL	Étape d'insertion dans le processus de décision	Description	État de développement en 2012
ESR : *Ecosystem Services Review* http://www.wri.org/publication/corporate-ecosystem-services-review	Analyse d'impacts sur les SE	Destiné aux entreprises, l'outil évalue les risques et les opportunités de ces dernières en fonction de leur dépendance aux SE	Abouti : complètement développé et documenté
InVEST *: Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages	Évalue de quelle manière les activités humaines et les changements climatiques affectent la fourniture de SE	Une partie est aboutie et une autre demande à être développée
ARIES : *Artificial Intelligence for Ecosystem Services* http://www.ariesonline.org/	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages	Décrit, quantifie et évalue monétairement les SE sur une aire géographique. Définit également quels facteurs influencent les valeurs des SE et prend en compte les besoins et les priorités que l'utilisateur aura choisis. Plusieurs scénarios peuvent être imaginés grâce à cet outil.	Complètement documenté, mais le développement des modèles globaux et de l'outil web est en cours
LUCI : *Land Utilisation and Capability Indicator* http://www.lucitools.org/	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages et à l'échelle du site	Compare les SE fournis selon l'utilisation actuelle de l'espace avec leurs capacités potentielles afin d'identifier les zones à modifier et celles à conserver	Documentation et étude de cas initiaux complétés, d'autres études de cas sont en cours
MIMES : *Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services* *http://www.afordablefutures.com/services/mimes*	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages	Utilise une suite de modèle afin de déterminer les effets d'un changement d'utilisation du territoire ou d'utilisation des ressources sur les SE	Plusieurs modèles sont aboutis, mais non documentés
EcoServ (Feng et autres, 2011)	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages	Boite à outil géographique (SIG), EcoServ génère des cartes à fine échelle illustrant la demande en SE ainsi que leur capacité de prestation	En développement, encore non documenté
Co$ting Nature http://www1.policysupport.org/cgi-bin/ecoengine/start.cgi?project=costingnature	Analyse (spatiale) d'impacts sur les services écosystèmiques	Outil disponible sur internet pour l'analyse des SE, l'identification des bénéficiaires de ces services et l'évaluation des impacts des activités humaines	Partiellement documenté

Tableau 5.1 : Revue des outils d'évaluation des services écosystémiques (Compilation d'après : Bagstad et autres, 2013 p. 30, 31 et 36; Waage et autres, 2011 p. 11 à 13) (suite)

Dénomination et URL	Etape d'insertion dans le processus de décision	Description	Etat de développement en 2012
SolVES : *Social Values for Ecosystem Services* http://solves.cr.usgs.gov/	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages & Evaluation non monétaire	SolVES est une extension pour le logiciel de géomatique ArcGIS destiné à évaluer, cartographier et quantifier les SE culturels	Abouti : Complètement développé et documenté
ENVISION, *Integrated Modeling Platform* http://envision.bioe.orst.edu/Default.aspx	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages	Plateforme géomatique robuste, ENVISION intègre des modèles de consommation et de production (tel que InVEST) afin de fournir des analyses de scénari	Abouti pour la région Nord-Ouest Pacifique seulement
EPM : *Ecosystem Portfolio Model* http://geography.wr.usgs.gov/science/sFloridaPM.html	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages	Selon des critères économiques, environnementaux et sociaux, cet outil peut évaluer et proposer différents plans pour l'utilisation du sol	Développé et documenté pour trois études de cas
InFOREST http://www.timmonsgis.com/	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages	Outil de cartographie capable de calculer les bénéfices des SE, uniquement pour la Virginie	Abouti pour la Virginie seulement
EcoAIM : *Ecologcial Asset Inventory and Managament* (Waage et autres, 2011)	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages & Evaluation non monétaire	Propose un inventaire des SE, des estimations quantitatives des SE selon un contexte géographique et fait le lien entre le management des ressources et la fourniture de SE	Documentation publique non disponible
ESValue (Waage et autres, 2011)	Modélisation et cartographie à l'échelle des paysages & Evaluation non monétaire	Intègre les informations scientifiques et économiques ainsi que les avis d'expert pour montrer les impacts et la valeur des alternatives stratégiques de management environnemental	Documentation publique non disponible
EcoMetrix http://www.parametrix.com/what-we-do/environmental/ecometrix	Modélisation et cartographie à l'échelle du site	Instrument qui propose des mesures et des modèles relatifs aux impacts et bénéfices potentiels liés à diverses options en matière d'aménagement du territoire, analyses de restauration de site, etc.	Documentation publique non disponible
NAIS : *Natural Assets Information System* http://www.sig-gis.com/services/environmental-mapping	Evaluation monétaire	Véritable SIG qui intègre la valeur des B&SE grâce à un transfert de valeur en s'appuyant sur des études existantes; destiné à l'aide à la décision	Développé; documentation publique non disponible

Tableau 5.1 : Revue des outils d'évaluation des services écosystémiques (Compilation d'après : Bagstad et autres, 2013 p. 30, 31 et 36; Waage et autres, 2011 p. 11 à 13) (suite)

Dénomination et URL	Etape d'insertion dans le processus de décision	Description	Etat de développement en 2012
Ecosystem Valuation Toolkit http://esvaluation.org/	Evaluation monétaire	Une base de données couplée à un SIG permet à cet outil de donner les valeurs marchandes et non marchandes des bénéfices issus d'un espace naturel, en termes de SE	En développement
Benefit Transfer and Use Estimating Model Toolkit http://dare.agsci.colostate.edu/outreach/tools/	Evaluation monétaire	Outil de calcul des bénéfices issus de la biodiversité aux Etats-Unis	Abouti : Complètement développé et documenté
BioCompta® Propriété de Gaïadomo	Evaluation monétaire	Outil de calcul de la valeur des SE et de la biodiversité à partir de transferts de bénéfices à l'échelle d'une parcelle	En fin de développement

Seuls le NAIS, l'*Ecosystem Valuation Toolkit* et le *Benefit Transfer and Use Estimating Model Toolkit* aboutissent à une évaluation monétaire. Bien qu'ils ressemblent le plus à la BioCompta®, leur approche reste différente. Le NAIS et *l'Ecosystem Valuation Toolkit* s'intéressent seulement aux SE et couplent leur BD à un système SIG tandis que l'outil *Benefit Transfer and Use Estimating Model Toolkit* valorise les espèces sauvages en s'appuyant sur les bénéfices liés à la pêche, la chasse et les autres activités liées à la nature, qui plus est, aux États-Unis seulement.

Il est également intéressant de noter que parmi ces outils, certains sont manipulables directement par la structure intéressée ou le client, et non par les concepteurs. Cela peut comporter l'avantage d'être un outil simple et donc facile d'accès. Cependant, l'utilisation par un novice pourrait mener à des erreurs de manipulation ou des difficultés d'interprétation. (Bagstad et autres, 2013)

Enfin, ces outils proviennent de l'étranger et majoritairement des États-Unis. BioCompta® est le seul outil français recensé dans le genre. Certains de ces outils peuvent toutefois être utilisés sur les territoires francophones.

En élargissant les recherches d'outils d'évaluation économique et pas seulement concernant les SE, il est facile de trouver de nombreux outils spécialisés. Concernant le monde de l'entreprise française, une forte demande en termes d'indicateurs et d'outils de reporting extra-financier s'exprime, puisque ce dernier doit inclure la biodiversité. Ils font d'ailleurs partie des outils les plus publicisés (Entreprises pour l'Environnement , 2013). Par expemple, l'outil EBE Vie, mis à disposition gratuitement par le ministère de l'Écologie, permet aux entreprises de réaliser un diagnostic de leur rapport à la biodiversité. Il leur permet d'abord de comprendre le lien biodiversité-entreprises et ensuite d'évaluer qualitativement leur situation, ce qui leur permettra d'innover pour intégrer la biodiversité dans leur approche (AFIE, 2014).
Certaines entreprises, plus innovantes et ambitieuses que d'autres, se dotent également d'indicateurs pour mesurer leur impact, évaluer l'état des stocks naturels, disposer d'une vision globale de leurs activités en rapport avec la nature, etc. Pour cela, aucun outil ne saurait satisfaire l'ensemble des besoins des entreprises. Chacune s'associe avec des chercheurs ou d'autres organismes spécialisés afin de co-construire des indicateurs robustes, vérifiables et reproductibles (Entreprises pour l'Environnement, 2013). L'entreprise Bohemeria, par exemple, s'est associée avec un bureau d'étude suisse afin de réaliser une méthodologie pour évaluer les coûts, en termes de biodiversité, rattachés aux produits et services de leur entreprise pour les intégrer dans le système comptable et réaliser des économies d'argent à chaque étape (AFIE, 2014).

5.3.2 Place de la BioCompta® et perspectives envisageables

Le développement d'un outil de valorisation financière tel que BioCompta® s'inscrit dans un contexte social balancé entre une prise de conscience croissante du lien incontournable entre environnement, économie et bien-être, et des efforts de recherches importants pour l'élaboration de méthodologies d'évaluation monétaire toujours plus robustes. (CGDD, 2010b)

Pour bien comprendre le contexte dans lequel l'outil est conçu et développé, il est important de s'intéresser à ses auteurs et donc à l'entreprise Gaïadomo. Créé en 2006, Gaïadomo est un bureau d'étude et de conseil en biodiversité, actuellement composé d'une dizaine de professionnels, spécialistes ou généralistes dans le domaine de la biodiversité. Ces derniers forment une équipe pluridisciplinaire aux compétences avérées tant sur le plan naturaliste que sur les plans technique, juridique et formation. Le savoir-faire de ces spécialistes a été mis en œuvre pour intégrer la biodiversité comme facteur de développement. Des outils pertinents en matière de conseils et d'aide à la décision dans le domaine de la biodiversité ont ainsi été

développés en collaboration avec les principaux protagonistes : scientifiques, associations, entreprises et pouvoirs publics.

L'originalité de Gaïadomo repose sur sa volonté de mettre en évidence le lien essentiel qui unit biodiversité et intérêts stratégiques. D'une part le pôle bureau d'étude, basé à Avignon, assure les phases d'étude des projets et se positionne comme un assistant aux maîtres d'ouvrage. D'autre part, le pôle Consulting, basé à Paris, accompagne les organisations dans leur engagement envers la biodiversité à travers des audits, des outils d'aide à la décision et l'élaboration de stratégie. La pluridisciplinarité de l'équipe départagée dans ces deux pôles lui permet de couvrir un large panel de besoins et de s'adapter aux exigences des collectivités, d'entreprises privées ou parapubliques, ou encore de particuliers. Les projets menés par le bureau d'étude sont donc très variés : inventaires naturalistes, élaboration de documents de gestion et de planification tels que des diagnostics écologiques, des études d'impacts, des évaluations d'incidence Natura 2000, des suivis écologiques de chantiers, etc. De plus, Gaïadomo accompagne des groupes internationaux, des PME ou des collectivités dans l'élaboration et la mise en œuvre de leurs démarches environnementales.

Grâce à son expertise de bureau d'étude environnementale et une connaissance approfondie de la biodiversité, l'équipe de Gaïadomo a développé des processus méthodologiques dont l'efficacité est reconnue. Ainsi, des organisations comme Icade, Gecina, le Grand Port Maritime de Marseille, le Grand Port Maritime de Dunkerque, le département de l'Hérault, Arkema, Eiffage, le Club Med, RFF, Sanofi, etc. ont fait appel à Gaïadomo pour concevoir des outils d'aide à la décision liés à la biodiversité comme la Bioévaluation et la BioCompta®.Ceci n'est pas sans compter sur l'énergie investie par le pôle consulting pour démarcher les entreprises et le secteur public, les convaincre de la pertinence des outils exclusifs de Gaïadomo ainsi pour que décrocher des marchés. Gaïadomo est d'ailleurs en contact avec de grandes entreprises comme Hermès ou encore avec le MEDDE qui s'intéressent de près à la recherche et au développement de ses outils. De cette manière, Gaïadomo a progressivement tissé un réseau partenarial transversal qui épaule son développement et permet d'engager la structure vers de nouvelles performances.

Gaïadomo a su pressentir les besoins de la société en matière de valorisation monétaire des écosystèmes. En effet, voyant les efforts investis dans la recherche de méthodes pour approcher la valeur de B&SE pour lesquels il n'existe pas encore de prix et les nombreuses études donnant une ou des valeurs de SE, le bureau de conseil a vite identifié le potentiel de ces résultats. Rassemblés dans une BD, constituant le socle d'un outil complexe, les études de

monétarisation des SE et de la biodiversité permettent finalement de valoriser la biodiversité d'un point de vue financier et dans de nombreux buts. Ainsi, BioCompta® n'est pas la première démarche à entreprendre ce travail, cependant cet outil est, à notre connaissance, le premier et le seul de ce type dans un système franco-français.

Suite à la revue des domaines d'application de la valorisation financière des SE présentée à la section 5.1, il est possible de dégager les principaux enjeux et les cas où la BioCompta® peut trouver sa place et ceux où d'autres outils seront sollicités.

Concernant l'évaluation d'impact environnemental de politiques, les stratégies d'entreprise ainsi que les instruments de marché, la BioCompta® n'est pas applicable puisqu'il ne s'agit pas d'évaluer la valeur financière des éléments naturels par parcelle, mais de quantifier et qualifier les conséquences et les impacts environnementaux de décisions ou d'activités particulières. En revanche, l'application de la BioCompta® est pertinente pour des décisions en matière de projet d'aménagement, de plaidoyer dans divers objectifs ainsi que potentiellement dans le secteur financier et juridique. D'abord, pour un projet en matière d'aménagement et d'infrastructure, la BioCompta® peut être très utile afin de comparer la valeur de chaque parcelle en matière de rendement écosystémique et ainsi minimiser la destruction des SE et des ensembles écologiques les plus productifs et utiles à la société. Tout comme dans l'aide à la décision, la BioCompta® est un outil de communication est de sensibilisation puisqu'il permet de rappeler l'existence et l'importance de ces services fournis par la nature que l'on découvre souvent une fois qu'ils ont régressés.

En matière de préjudice écologique dans un cadre juridique, la BioCompta® a également un grand intérêt puisqu'aujourd'hui il n'existe aucune méthode permettant aux juges de quantifier les dommages écologiques engendrés par certains accidents. Tantôt ceux-ci sont évalués par le coût de la gestion de ces milieux, tantôt par le coût de leur restauration, tantôt par la valeur arbitraire de la biodiversité détruite. La BioCompta® peut donc s'avérer d'une grande aide dans la quantification des réclamations financières dans des cas de préjudices écologiques. Gaïadomo est d'ailleurs déjà engagé dans un partenariat solide avec le célèbre cabinet d'avocat Huglo Lepage, spécialiste en environnement.

Concernant le monde des entreprises, le reporting environnemental exigé par certaines normes dont les normes *International Accounting Standards* (IAS) ET *International Financial Reporting Standards* (IFRS), aujourd'hui basé sur l'enregistrement des coûts de restauration et de protection de la biodiversité mérite d'être réajusté pour se concentrer sur la valeur intrinsèque de la biodiversité, à l'aide d'un outil comme BioCompta® (Gaïadomo, 2011b).

Enfin, pour ce qui est des besoins potentiels du milieu financier en termes d'évaluation économique de la biodiversité, il n'est pas encore possible de se prononcer définitivement sur l'utilité de la BioCompta®. Pour le moment elle permettre de déterminer la valeur de fonciers selon leurs atouts naturels comme l'exigent actuellement les normes comptables internationales IFRS pour les entreprises (UICN, 2014). Ces mesures pourraient être envisagées en vue de nouvelles assurances ou d'investissements financiers pour un modèle économique plus durable.

Finalement, il ressort de cette analyse deux principales conclusions. Premièrement, il a été constaté que les domaines où la monétarisation des SE et de la biodiversité pouvaient être utiles sont nombreux et variés. Elle peut guider des choix de première importance tels que des politiques ou des actions décisives tout comme elle peut participer à l'élaboration d'instruments techniques régissant les relations entre acteurs et les activités de production et de consommation. La valorisation financière des B&SE est donc à manipuler avec prudence pour ne pas être utilisée à tort et à travers. En effet, il a déjà été mentionné que l'évaluation monétaire ne prétend pas atteindre une valeur économique totale exacte, ce pour quoi les valeurs qui s'en dégagent doivent être interprétées et utilisées avec modération. Dans le cas de BioCompta® par exemple, ce n'est pas tant la valeur absolue qui ressort de l'analyse qui importe, mais davantage les valeurs relatives entre différentes parcelles par exemple. Ces valeurs, même inexactes et encore largement sous-estimées, permettent de mieux identifier, apprécier et analyser certains enjeux clés et pas seulement pour ce qui est des enjeux environnementaux. Deuxièmement, la rencontre des nombreux travaux de recherche avec les constats relevés par les gestionnaires et les utilisateurs de l'évaluation économique, permettra indubitablement de progresser efficacement vers une meilleure estimation des valeurs de la nature et une meilleure performance des outils qui utilisent ces valeurs. Ainsi, un point d'honneur est mis à la communication entre les principaux protagonistes. Le partage des expériences et des découvertes est une des clés de voute permettant une avancée rapide des bonnes pratiques. L'évaluation monétaire de la biodiversité n'en est qu'à son commencement; un travail collaboratif permettra notamment d'améliorer le cadre de l'évaluation monétaire, les méthodes empruntées et de définir les règles de son utilisation.

CONCLUSION

La relation que l'Homme entretient avec la biodiversité a beaucoup changé au cours de l'évolution de la société. Aujourd'hui, l'Homme prend conscience du caractère limité des ressources naturelles et des nombreux services écologiques que la biodiversité lui procure. Nous n'avons jamais été aussi préoccupés par l'avenir de notre espèce, en raison des changements globaux sans précédent dans l'histoire humaine. C'est avec une approche anthropocentrée, que de nouveaux courants de pensée se développent, pour une stratégie de développement plus efficace. Puisque les dirigeants semblent mieux comprendre le langage économique que les mises en garde de la communauté scientifique, certains spécialistes proposent de donner une valeur monétaire à la biodiversité.
La monétarisation des biens et services environnementaux a conquis de nombreux économistes et écologues dès la première moitié du vingtième siècle. Bien qu'elle ait fait l'objet de débats houleux en raison de l'importance des risques et des limites qu'elle comporte, l'évaluation économique de la biodiversité a aujourd'hui démontré son utilité auprès des décideurs publics et des entreprises.

De grands travaux se sont attaqués à l'analyse des points forts et des difficultés liés à l'exercice d'évaluation économique de la biodiversité et des SE. Les plus célèbres d'entre eux, le TEEB et le rapport du CAS par exemple, mettent en avant le pouvoir de conviction d'une démarche de valorisation économique des B&SE d'une part et décrivent la complexité de l'exercice d'autre part. Les conditions nécessaires à une évaluation économique réussie sont : la réalisation d'évaluations économiques au cas par cas (pour les SE et les espèces), la traduction de ces évaluations en terme de bénéfices économiques selon les intérêts du demandeur et leur prise en compte dans les processus décisionnels et stratégiques. Alors que les évaluations économiques des B&SE par les équipes scientifiques à travers le monde sont très nombreuses, leur intégration dans la sphère décisionnelle est loin d'être systématique. Il y a donc un effort supplémentaire à faire pour concrétiser leur prise en compte en facilitant leur compréhension et leur insertion dans le système économique actuel. Gaïadomo a choisi d'occuper ce créneau en se dotant d'un outil d'aide à la décision : la BioCompta®.

La BioCompta® permet de traduire en terme monétaire les biens et services écosystémiques d'un site en particulier, et ce de manière à analyser facilement ses bénéfices écosystémiques. Cet outil développé par Gaïadomo obéit à une méthode élaborée grâce à l'expertise du bureau d'étude sur les aspects scientifiques et techniques. Une étude typique BioCompta® se

décompose en deux principales étapes. Dans un premier temps, une récolte des données spécifiques au site, dans la bibliographie et sur le terrain, est réalisée. Dans un second temps, le logiciel Excel BioCompta® est rempli avec les éléments compilés. Une BD regroupant les valeurs économiques, combinées à l'automatisation des formules de calcul d'après la méthode de valorisation économique BioCompta®, permet d'obtenir immédiatement un résultat de l'évaluation financière sous forme d'un rendement écosystémique propre au site d'étude, par unité de temps.

La BioCompta® est un outil d'avenir qui a de nombreuses applications possibles qu'il s'agisse d'aider à prendre des décisions, à argumenter, à justifier, à sensibiliser ou à promouvoir la créativité. De plus, aucun outil similaire à BioCompta® à travers le monde n'est connu. Il semble donc que l'outil ait de belles perspectives d'avenir si Gaïadomo entretient les efforts investis dans la recherche et le développement.

Cependant, bien que l'intérêt de l'outil soit avéré, la recherche et le développement de la BioCompta®, débutée en 2009, ne sont pas encore terminés. Comme l'a révélé l'expérimentation sur le cas du Bois des Espeisses, Gaïadomo doit encore effectuer un travail important de recherche bibliographique et de mise au point technique pour disposer d'un outil complètement abouti. En effet, certains aspects de l'approche méthodologique ainsi que du logiciel dédié à la BioCompta® sont à compléter, voire à définir.

D'abord, la justesse du rendement écosystémique exprimé par BioCompta® s'appuie avant tout sur les résultats des prospections effectuées par les naturalistes. Ainsi, si les données récoltées ne sont pas complètes, la fiabilité de l'estimation de la valeur du site sera diminuée. Une fiche de prospection BioCompta® a alors été proposée, entre autres pour assurer une efficacité maximale de l'étape de récolte des données.

Ensuite, les méthodologies de valorisation doivent être bien définies et bien évidemment elles tendent à être le plus robuste possible. La valorisation des habitats semble aboutie, celle des espèces en revanche l'est moins avec une méthodologie de valorisation financière à ajuster pour la faune et à définir pour la flore. Il est donc recommandé de trouver un consensus pour valider une méthode d'évaluation monétaire des espèces floristiques. Pour se faire, un modèle de méthode proposé dans cet essai sera repris par l'équipe de Gaïadomo.

En outre, l'enrichissement de la BD BioCompta® doit être continu afin de promouvoir une valorisation robuste et complète. Idéalement, cette veille bibliographique se fait selon la même méthode au cours du temps. Pour cela, il apparait nécessaire de mettre par écrit l'ensemble des principes de BioCompta® et, entre autres, de définir les limites de la notion de

valeur et de s'y tenir. Un suivi régulier des avancées réalisées doit également être effectué à l'aide de comptes rendus, de documents de travail, etc.

Enfin, le logiciel Excel nécessite des ajustements principalement pour ce qui est de la valorisation des habitats, de la faune et de la présentation des résultats. Par exemple, la BioCompta® fournit actuellement une indication du rendement économique d'un espace naturel par année, mais aucune notion de surface n'intervient dans l'analyse finale. Ainsi, il est conseillé de donner une estimation du rendement du site dans le temps et dans l'espace en élaborant un résultat de bénéfice écosystémique en euro par an et par hectare. Une liste des modifications à réaliser sur le logiciel a été fournie, accompagnée des sources requises.

Quelques recommandations plus générales sur BioCompta® ont également été formulées telles que la concordance des outils Gaïadomo entre eux, l'adaptabilité de l'outil pour son utilisation à l'étranger ou encore l'adaptation de l'outil pour des applications futures.

En conclusion, l'ensemble des objectifs spécifiques a été atteint, permettant à Gaïadomo d'entrer dans une nouvelle dynamique de développement de l'outil BioCompta®.

Gaïadomo s'avère être une structure visionnaire, qui incite les acteurs en liens avec les milieux naturels à porter un regard nouveau sur la biodiversité. Avec l'ensemble des outils que le bureau d'étude et de conseil a développé, il fournit à ses clients les instruments et les pistes de réflexion nécessaires pour orienter la société vers un développement plus durable et raisonnable. Mais ces clients seront-ils au rendez-vous assez tôt pour redresser la barre de l'économie mondiale à temps? Les utilisations de l'évaluation économique sont nombreuses et diverses, simplement il est légitime de se demander si elles seront bel et bien effectives. Maintenant que la biodiversité s'est trouvé un profil économique pour être mise en valeur, son intégration devrait se faire rapidement. Tout est question de temps de réaction avant l'action : aux agents de changement de faire en sorte qu'il soit le plus court possible.

RÉFÉRENCES

AFP, 2001. Erika: la justice donne pour la première fois un prix à la nature. *In* Ladepeche. *Actu – L'évènement*. http://www.ladepeche.fr/article/2008/01/16/426928-erika-justice-donne-premiere-fois-prix-nature.html (page consultée le 7 mars 2014).

Aoubid, S. Laurans, Y. et Leménager, T. (2011). Les paiements pour services environnementaux : De la théorie à la mise en oeuvre, quelles perspectives dans les pays en développement? *In* SYLVAMED. *À savoir.* http://www.sylvamed.eu/docs/07-A-Savoir_FR.pdf (page consultée le 24 avril 2014).

AFIE (2014). Actes du colloque. *In* Ingelaere, R. Cau, E. Blervacque, L.P. Chevassus-Au-Louis, B. Comiti, A. Iglesias, D. Verdier, M. Fioen, A. Colas, H. Dumoulin, C. Bourel, B. *Intégrer la biodiversité dans la stratégie des entreprises et des territoires*. Lilles, 13 décembre 2013.

Bagstad, K. J. Semmens, D.J. Waage, S. et Winthrop, R. (2013). A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Science Direct*, Ecosystem services, Vol. 5, p. 27-39.

Barbault, R. (2005). Biodiversité, écologie et sociétés. *In* CAIRN.INFO. *Revues – La biodiversité est-elle encore vivante?* http://www.cairn.info/article.php?ID_ARTICLE=ECOPO_030_0027 (page consultée le 7 février 2014).

Barnaud, C. Antona, M. et Marzin, J. (2011). Vers une mise en débat des incertitudes associées à la notion de service écosystémique. *VertigO*, vol. 11, n°1, p. 1-12.

Barton et Gomez-Baggethun (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, n° 86, p. 235-245.

Basini, B. (2014). Lepage : "Pour punir les crimes contre l'environnement, il faut un juge mondial". *In* Le JDD. *Société – Interview*. http://www.lejdd.fr/Societe/Lepage-Pour-punir-les-crimes-contre-l-environnement-il-faut-un-juge-mondial-650839 (page consultée le 24 avril 2014).

Bernier, C. Charpentier, L. Colombo, R. et Huet, C. (2011). Valorisation et protection de la biodiversité présente sur le site du village vacances d'Opio. Avignon, Agence Gaïadomo, 147 pages.

Bertram, C. et Rehdanz K. (2013). On the environmental effectiveness of the EU Marine Strategy Framework Directive. *Marine Policy*, vol. 38, p. 25-40.

Biodiversity Skills (2012). Évaluer les services écosystémiques et la biodiversité. *In* Biodiversity Skills. http://www.biodiversityskills.eu/wp-content/uploads/2012/11/05_BDSkills_FR.pdf (page consultée le 7 février 2014).

BlueQUEST (2012). Protection de l'image et réputation, toujours les premières raisons d'investir la RSE? *In* Blue-Quest. *Le Blue Blog. http://blue-quest.fr/blog/protection-de-limage-et-reputation-toujours-les-premieres-raisons-dinvestir-la-rse/* (page consultée le 24 avril 2014).

Boisvert et Vivien (1998). Un prix pour la biodiversité. L'évaluation économique entre différentes légitimités. Nature Siences Sociétés, vol. 6, n° 2, p. 17-26.

Boughriet, R. (2014). Le climat pèserait pour 16 % des coûts des assurances. *In* Actu-Environnement.com. *Climat*. http://www.actu-environnement.com/ae/news/climat-cout-assurances-20722.php4#xtor=ES-6 (page consultée le 17 février 2014).

Bouhours, A. Bruneel, J.C Langlois, B. Menella, J.Y. Peters, P. Thébault, G. (2014). L'évaluation économique de la biodiversité par l'outil BioCompta® : réflexion sur la méthodologie d'évaluation de la flore. Communication orale. *Réunion de travail avec l'équipe de Gaïadomo*, 3 avril 2014, Avignon.

Braat, L.C. et de Groot, R (2012). The ecosystem services agenda : bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services (Elsevier)*, vol. 1, n° 1, 12 p.

Brahic, E. et Terreaux, J.P. (2013). Estimer la valeur économique de la biodiversité en forêt, difficultés et méthodes. *La revue d'Irstea*, n°3. http://www.set-revue.fr/estimer-la-valeur-economique-de-la-biodiversite-en-foret-difficultes-et-methodes/texte#3bis (page consultée le 8 juin 2014).

Broughton, E. et Pirard, R. (2011). Instruments de marché pour la biodiversité : la réalité derrière les termes. *In* IDDRI SciencesPo. *Publications*. http://www.iddri.org/Publications/Collections/Analyses/AN_1103_MBI_broughton_pirard_FR.pdf (page consultée le 13 juin 2014).

Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie (CRÉDOC) (2009). Étude exploratoire pour une évaluation des services rendus par les écosystèmes en France. Synthèse : Application du Millennium Ecosystem Assessment à la France. In Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie (CRÉDOC). Publications & sourcing. http://www.credoc.fr/pdf/Rapp/R260.pdf (page consultée le 30 décembre 2013).

Centre européen de prévention du risque d'inondation (CEPRI) (2011). L'ACB (analyse coût/bénéfice) : une aide à la décision au service de la gestion des inondations. Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et de leurs partenaires. *In* ActuEnvironnement. *Publications - Les guides du CEPRI*. http://www.cepri.fr/publications-et-documents.html (page consultée le 12 Avril 2014).

CGDD (2010a). Études & documents, Evaluation économique des services rendus par les zones humides. *In* Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. http://www.youscribe.com/catalogue/rapports-et-theses/autres/evaluation-economique-des-services-rendus-par-les-zones-humides-2358277 (page consultée le 21 février 2014).

CGDD (2010b) Donner une valeur à l'environnement : la monétarisation, un exercice délicat, mais nécessaire. *In* Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. *La Revue*. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/RevueM.pdf (page consultée le 7 mars 2014).

CGDD (2010c). Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France. *In* Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE). *Économie et*

évaluation. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED20.pdf (page consultée le 6 février 2014).

CGDD (2011). Études & documents, Evaluation économique des services rendus par les zones humides - Enseignements méthodologiques de monétarisation. *In* Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED49.pdf (page consultée le 26 février 2014).

CGDD (2013). Monétarisation des biens et services environnementaux – Quelles utilisations pour les politiques publiques et les décisions privées? In Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. *Etudes et documents*. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/E_D98_actes_seminaire_monetarisation_2012-2.pdf (page consultée le 12 juin 2014).

Chevassus-au-Louis, B. Bielsa, S. Martin, G. Pujol, J.L. Richard, D. et Salles, J.M. (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique. *In* La documentation française. *Rapports publics*. http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/094000203/0000.pdf (page consultée le 5 février 2014).

Colon, M. Mattersdorf, G. et Pavageau, C. (2009). La place de l'évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques dans les processus de décision. *In* Université de Paris 3. *Promotion ENGREF*. http://www.iheal.univ-paris3.fr/sites/www.iheal.univ-paris3.fr/files/!%20valeur%200903_Rapport-Engref-Biodiversite.pdf (page consultée le 10 Avril 2014).

Communautés européennes (2006). La convention sur la diversité biologique : mise en œuvre dans l'Union européenne. *In* European Commission. *Environnement*. http://ec.europa.eu/environment/biodiversity/international/pdf/brochure_fr.pdf (page consultée le 5 février 2014)**.**

Conaré, D. (2011). Les instruments de marché pour la biodiversité : la nature à tout prix? *Policy Briefs*, Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI)*, n°2. http://www.iddri.org/Publications/Les-instruments-de-marche-pour-la-biodiversite-la-nature-a-tout-prix* (page consultée le 18 mars 2014).

Costanza, R. D'Arge, R. De Groot, R. Farberk, S. Grasso, M. Hannon, B. Limburg, K. Naeem, S. O'Neill, R. Paruelo, J. Raskin, R. Suttonkk, P. et Van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *In* Oak Ridge National Laboratory. *Environmental Science Division*. http://www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf (page consultée le 31 janvier 2014).

De Groot, R.S. Wilson, M.A. et Boumas, R.M.J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of the ecosystems goods, services and functions. *Ecological Economics*, vol. 41n n°3, p. 393-408.

Demont, R. et Sourzac, A. (2011). Fiche technique - Évaluation économique de l'environnement : pour faire quoi? *In* Encyclopédie du changement climatique.

http://encyclopediecc.files.wordpress.com/2010/07/fiche-technique-par-ariette-sourzac-et-rachel-demont.pdf (page consultée le 5 février 2014).

Desjardins, C. (2014). Le « préjudice écologique » pourrait être introduit dans le Code Civil. *In* Les Echos Business. *Directions financières – Enjeux*. http://business.lesechos.fr/directions-financieres/enjeux/le-prejudice-ecologique-pourrait-etre-introduit-dans-le-code-civil-60010.php (page consultée le 24 avril 2014).

Devictor, V. (2014). L'évaluation économique de la biodiversité : avis et critiques. Communication orale. *Entrevue menée par Camille Dilet avec Vincent Devictor, chargé de recherche au CNRS-Montpellier au sein de l'équipe évolution et écologie des communautés*, 16 janvier 2014, Montpellier.

Dupras, J. He, J. et Reveret, J.P. (2013). L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques. *In* Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques (OURANOS). *Publications*. http://www.ouranos.ca/media/publication/277_RapportReveret2013.pdf (page consultée le 5 février 2014).

Elsevier (2014). Journal. *In* Science Direct. *Science*. http://www.sciencedirect.com/science /journal/22120416 (page consultée le 24 avril 2014).

Encyclopedia Universalis (2014). Endémisme. *In* Encyclopedia universalis. *Dictionnaire*. http://www.universalis.fr/encyclopedie/endemisme/ (page consultée le 12 février 2014).

Entreprises pour l'Environnement (2013). Mesurer et piloter la biodiversité. *In* Entreprises pour l'Environnement. *Actualités*. http://www.epe-asso.org/news/Mesurer%20et%20piloter%20la%20biodiversite.pdf (page consultée le 24 avril 2014).

Entreprises pour l'Environnement (2009). Biodiversité : Quelles valeurs? Pour quelles décisions? *In* Entreprises pour l'Environnement. *Evénements*. http://www.epe-asso.org/even/Biodiversite%20-%20Quelles%20valeurs%20-%20Pour%20quelles%20decisions.pdf (page consultée le 24 avril 2014).

Europa (2011). Stratégie de la biodiversité pour 2020. *In* Europa. *Synthèses de la législation de l'UE*. http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_resources_and_environment/ev0029_fr.htm (page consultée le 27 mars 2014).

EVRI (2014). Tableau d'affichage. *In* Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI). *Français – accueil*. https://www.evri.ca/Global/HomeAnonymous.aspx (page consultée le 17 février 2014).

Farber, S. Costanza, R. Matthew A.W. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, vol. 41, n°3, p. 375-392.

Feng, M. Liu, S. Euliss, N. Young, C. Mushet, D. (2011). Prototyping an online wetland ecosystem services model using open model sharing standards. *Science Direct*, Environmental Modelling & Software, vol. 6, n° 4, p. 458-468.

Fisher, B. Turner, R.K. et Morling, P. (2009). Defining and Classifying Ecosystem Services for Decision Making. *Ecological Economics*, vol. 68, n°3, p. 643-653.

Food and agriculture organization of the United Nations (FAO) (2007). The state of food and agriculture - Paying farmers for environmental services. In FAO. ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1200e/a1200e00.pdf (page consultée le 6 février 2014).

Froger, G. Lecoq, J.F. Legrand, T. et Saenz, F. (2010). Émergence et usages de la notion de Service environnemental au Costa Rica - L'exemple du Programme de Paiement pour Services environnementaux (PPSE). *In* SERENA. *Ressources en ligne*. http://www.serena-anr.org/IMG/pdf/Session2-CostaRica-Legrand.pdf (page consultée le 5 février 2014).

Gaïadomo (2009). *Annexe Flore* (BD Excel BioCompta®). Avignon, Agence Gaïadomo.

Gaïadomo (2011a). Nos outils. *In* Gaïadomo – études et conseil biodiversité environnement. http://www.Gaïadomo.com/fr/nos-outils/ (page consultée le 8 juin 2014).

Gaïadomo (2011b). BioCompta®, Comment attribuer une valeur financière à votre patrimoine écologique? (Plaquette informative destinée aux clients). Paris, Gaïadomo, 2 pages.

Gaïadomo (2012). *Evaluation écologique du Bois des Espeisses* (rapport d'étude). Avignon, Agence Gaïadomo, 117 pages.

Gaïadomo (2013a). BioCompta® : Évaluation des services écosystémiques et expérimentation d'évaluation monétaire de la biodiversité. *In* Gaïadomo – études et conseil biodiversité environnement. *Nos outils*. http://www.Gaïadomo.com/fr/nos-outils/bio-compta/ (page consultée le 17 février 2014).

Gaïadomo (2013b). BioCompta® (Logiciel Excel de l'outil BioCompta®). Avignon, Agence Gaïadomo.

Gaïadomo (2013c). *BioCompta® : manuel d'utilisation*. Paris, Gaïadomo, 28 p.

Gaïadomo (2014a). Valorisation de la biodiversité – outils et indicateurs (présentation PowerPoint). Paris, Gaïadomo, 26 p.

Gaïadomo (2014b). *BioCompta® appliquée à l'étude Bois des Espeisses* (Logiciel Excel de l'outil BioCompta® implémenté par Camille Dilet). Avignon, Agence Gaïadomo.

Gaïadomo (2014c). *BioCompta® appliquée à l'étude alternative Bois des Espeisses* (Logiciel Excel de l'outil BioCompta® implémenté par Camille Dilet). Avignon, Agence Gaïadomo.

Hache, V. (2008). Erika: la justice donne pour la première fois un prix à la nature. *In* Ladepeche.fr. *L'actu – Evénements*. http://www.ladepeche.fr/article/2008/01/16/426928-erika-justice-donne-premiere-fois-prix-nature.html (page consultée le 24 avril 2014).

Haines-Young, R. et Potschin, M. (2011). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) : 2011 Update. *In* United Nations Statistics division. *Publications*. http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaLES/egm/Issue8a.pdf (page consultée le 7 février 2014).

Haines-Young, R. et Potschin, M. (2013). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. *In* CICES. http://cices.eu/wp-content/uploads/2012/07/CICES-V43_Revised-Final_Report_29012013.pdf (page consultée le 7 février 2014).

Hamel, P. et Bouffaron, P. (2014). Services écologiques : le nouvel élan humaniste des sciences environnementales? Bulletins-electroniques.com, n° 356. http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/75118.htm (page consultée le 24 avril 2014).

Houdet, J. (2008). Intégrer la biodiversité dans les stratégies des entreprises : le bilan biodiversité des organisations. *In* NaturParif. *Entreprises, territoires et environnement*. http://www.natureparif.fr/attachments/143_Guide_oree_et_frb.pdf (page consultée le 20 mars 2014).

Inconnu (2013). Les pertes dues aux catastrophes naturelles quadruplées en 30 ans. *In* 20minutes.fr. *Planète*. http://www.20minutes.fr/economie/1251241-20131118-pertes-dues-catastrophes-naturelles-quadruplees-30-ans (page consultée le 17 février 2014).

INPN (2014a). Espaces protégés. *In* Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). *Programmes*. http://inpn.mnhn.fr/programme/espaces-proteges/presentation (page consultée le 12 février 2014).

INPN (2014b). Quelle biodiversité en France? *In* Inventaire National du Patrimoine Naturel. *Geodiversité*. http://inpn.mnhn.fr/informations/biodiversite/france (page consultée le 8 juin 2014).

Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2014). About IPBES. In IPBES. http://www.ipbes.net/about-ipbes.html (page consultée le 6 février 2014).

KERING (2014). Le compte de résultat environnemental (E P&L). *In* KERIN. *Développement Durable*. https://www.kering.com/fr/dev-durable/compte-de-resultat-environnemental (page consultée le 25 mai 2014).

Kettunen, M. et Ten Brink, P. (2006). Values of biodiversity – Documenting EU examples where biodiversity los has led to the loss of ecosystem services (rapport final pour la commission européenne). Bruxelles, Institute for European Environmental Policy, 131 p.

Krutilla, J. (1967). Conservation reconsidered. American. *Economic Review, n°* 5, p.777–786.

Langlois, L. (2014). Valorisation des espèces d’oiseaux dans l’expérimentation BioCompta®. Communication orale. *Entrevue menée par Camille Dilet avec Lorraine Langlois, ornithologue chez Gaïadomo*, 23 mai 2014, Avignon.

Larousse (2014). Rendement. *In* Larousse. Dictionnaires de français. http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/rendement/68142 (page consultée le 17 février 2014).

Latoxan (2014). News. *In* Latoxan, Natural Active Ingredients. *Home.* http://www.latoxan.com/ (page consultée le 10 mars 2014).

Laurans, Y. et Lapeyre, R. (s.d.). Économie de la biodiversité. *In* IDDRI SciencesPo. *Biodiversité et ressources naturelles*. http://www.iddri.org/Themes/Biodiversite-et-ressources-naturelles/Economie-de-la-biodiversite (page consultée le 24 avril 2014).

Le Goff, Y. (2014). L'évaluation économique de la biodiversité par l'outil BioCompta®. Communication orale. *Entrevue menée par Camille Dilet avec Yann Le Goff, senior consultant chez Gaïadomo*, 20 février 2014, Avignon.

Le Pochat, S. Mary, T. Danic, F. Roquesalane, A. et Causse, S. (2013). La valorisation économique de l'environnement : problématiques et méthodes – un tour d'horizon (Rapport d'Evea pour la Fondation 2019). 1ère édition, 46 p.

Maes, J. Teller, A. Erhard, M. Liquete, C. Braat, L. Berry, P. Egoh, B. Puydarrieux, P. Fiorina, C. Santos, F. Paracchini, M.L. Keune, H. Wittmer, H. Hauck, J. Fiala, I. Verburg, PH. Condé, S. Schägner, JP. San Miguel, J. Estreguil, C. Ostermann, O. Barredo, J.I. Pereira, H.M. Stott, A. Laporte, V. Meiner, A. Olah, B. Royo, Gelabert, E. Spyropoulou, R. Petersen, J.E. Maguire, C. Zal, N. Achilleos, E. Rubin, A. Ledoux, L. Brown, C. Raes, C. Jacobs, S. Vandewalle, M. Connor, D. Bidoglio, G. (2013). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg.

Maître, M.P. et Huglo, C. (2012). Erika : vers une consécration du préjudice écologique. *In* Actu-environnement. *Avis d'expert – Juridique*. http://www.actu-environnement.com/ae/news/marie-pierre-maitre-christian-huglo-jugement-erika-16741.php4 (page consultée le 24 avril 2014).

Maris, V. (2011). De la nature aux services écosystémiques, Une commodification de la biodiversité. Ecorev, n°83, 4 p.

Maris, V. (2013). FMOE310 Valorisation de la biodiversité 2013-2014, Notes de cours. Montpellier. Master Ecologie-Biodiversité. Université de Montpellier 2.

Maris, V. Walker, J. Devictor, V. Beltrame, C. Levrel, H. Billé, R. Bonneuil, C. Béchet, A. (2013). Saving Biodiversity from Ecosystem Services. *BioScience,* Pre-Publication.

Mayrand, K. et Paquin, M. (2004). Le paiement pour les services environnementaux : Étude et évaluation des systèmes actuels. *In* Centre International Centre. *UNISFERA*. http://www.cec.org/storage/56/4895_pes-unisfera_fr.pdf (page consultée le 18 mars 2014).

MEA (2005b). Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire. *In* UNEP. *Évaluation des écosystèmes pour le millénaire*. http://www.unep.org/maweb/documents/document.447.aspx.pdf (page consultée le 6 février 2014).

Méral, P. (2010). Les services environnementaux en économie : revue de la littérature. In Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Interrogation de la base TEMIS. http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/documents/Temis/0067/Temis-0067761/18404.pdf (page consultée le 30 janvier 2014).

Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005a). Ecosystems and Human Well-being – Synthesis. *In* UNEP. *Évaluation des écosystèmes pour le millénaire*. http://www.unep.org/maweb/documents/document.356.aspx.pdf (page consultée le 6 février 2014).

Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) (2012). Directive n° 2001/42/CE du 27/06/01 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement. *In* INERIS. *La règlementation des activités à risque (AIDA)*. http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/987 (page consultée le 6 février 2014).

Ministère fédéral de la coopération économique et du développement (2011). Évaluation économique des services écosystémiques. *In* Conference : The Economics of Ecosystems and Biodiversity. *Documentation*. http://teeb-tunis.yolasite.com/resources/fr-evaluation-economique.pdf (page consultée le 7 février 2014).

MNHN (2012). Où vit l'Écureuil roux? *In* Écureuils MNHN. *Dossiers scientifiques*. http://ecureuils.mnhn.fr/ecureuil-roux/dossiers-scientifiques/biologie-et-ecologie (page consultée le 8 juin 2014).

Mouvement politique des objecteurs de croissance, Groupe de Liège (mpOC-Liège) (2013). Philosophie de la biodiversité - Petite éthique pour une nature en péril. *In* Mouvement politique des objecteurs de croissance, Groupe de Liège. *Une sélection d'articles*. http://liege.mpoc.be/doc/biodiversite/Maris-Virginie_DeLaNatureAuxServicesEcosystemiques-UneCommodificationDeLaBiodiversite_Ecorev-dec-2011.pdf (page consultée le 5 février 2013).

Musnier, G. (2012). Innover par et pour la biodiversité : une vision pour l'avenir. *In* Mission Economie Biodiversité. *Dossier de Presse*. http://mission-economie-biodiversite.com/wp-content/uploads/2012/11/Dossier_de_Presse_28_11_2012.pdf (page consultée le 24 avril 2014).

Myers, J.P. et Reichert, J.S. (1997). *Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, Gretchen C. Daily, Washington, 412 p.

Nations Unies (2012). Rio +20 summit - Whose green economy? *In* World Development Movement. http://wdm.org.uk/sites/default/files/rio+20-green-economy-briefing.pdf (page consultée le 7 février 2014).

OANDA (2014). Convertisseur de devises. *In* OANDA. http://www.oanda.com/lang/fr/currency/converter (page consultée le 17 février 2014).

Odum, H.T. and Odum, E.P. (2000). The Energetic Basis for Valuation of Ecosystem Services. *Ecosystem*, n°3, p. 21-23.

Olivier, E. (2013). *ENV 792 Valeur des écosystèmes et leur gestion, Notes de cours*. Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement (CUFE), Université de Sherbrooke, 195 p.

Olivieri, I. et Vitalis, R. (2001). La biologie des extinctions. *Médecine/Sciences*, vol. 17, n°1, p. 63-69.

OQLF (2012a). Fiche terminologique « Anthropocentrisme ». *In* OQLF. *Le Grand dictionnaire terminologique. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8360211* (Page consultée le 13 juin 2014).

OQLF (2012b). Fiche terminologique « Valeur », domaine : économie. *In* OQLF. *Le Grand dictionnaire terminologique. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=505778* (Page consultée le 13 juin 2014).

OQLF (2012c). Fiche terminologique « Valeur », domaine : écologie. *In* OQLF. *Le Grand dictionnaire terminologique. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=17561660* (Page consultée le 13 juin 2014).

Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (1994). Convention relative aux zones humides d'importance internationale. *In* RAMSAR. *Le texte de la convention*. http://www.ramsar.org/cda/fr/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671_4000_1__ (page consultée le 17 février 2014).

Peters, P. (2014a). L'évaluation économique de la biodiversité par l'outil BioCompta®. Communication orale. *Entrevue menée par Camille Dilet avec Patrick Peters, spécialiste faunisticien généraliste, employé chez Gaïadomo*, 20 février 2014, Avignon.

Peters, P. (2014b). *BioCompta® – Bois des Espeisses* (document de travail). Avignon, Agence Gaïadomo, 6 pages.

Peters, P. (2014c). *Communication au sujet de la valorisation de la faune pour l'expérimentation BioCompta*®. Courrier électronique à Camille Dilet, adresse destinataire : c.dilet@Gaïadomo.com

Peters, P. (2014d). *Evaluation Densité d'Accueil (EDA)* (document de travail). Avignon, Agence Gaïadomo, 3 pages.

PPR (2012). Évaluation du compte de résultat environnemental. *In* KERING. https://www.kering.com/sites/default/files/e-pl-review_coverandreport-final-fr-publication.pdf (page consultée le 25 mai 2014).

Prescott-Allen, R. et Prescott-Allen, C. (1990). How many plants feed the world? *Conservation Biology*, n°4, p.365-374.

Pujol, J.L. et Salles, J.M. (2010). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique (suite). Séminaire Développement durable et économie de l'environnement, IDDRI, Paris, 25 mai 2010.

Rankovic, A. Billé, R. Laurans, Y. Mermet, L. et Pirard, R. (2012). Les utilisations de l'évaluation économique des services écosystémiques : un état des lieux. *In* Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1-1_Rankovic_Utilisation_evaluations_IDDRI_V2.pdf (page consultée le 10 Avril 2014).

Réju, E. (2012). Le préjudice écologique à l'épreuve du droit. *In* La Croix. *Sciences et Ethique*. http://www.la-croix.com/Ethique/Sciences-Ethique/Sciences/Le-prejudice-ecologique-a-l-epreuve-du-droit-_NP_-2012-09-24-856929 (page consultée le 24 avril 2014).

Reveret, J-P. Charron I. et St-Arnaud, R.M. (2008). *Réflexion sur les méthodes d'estimation de la valeur économique des pertes d'habitats fauniques* (Rapport). Québec, Groupe Agéco

pour le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement socio-économique, des partenariats et de l'éducation, 54 p.

Salles, J.M. (2010). Évaluer la biodiversité et les services écosystémiques : pourquoi, comment et avec quels résultats? *Natures Sciences Sociétés,* n°18, p. 414-423.

Salles, J.M. (2011). Valuing biodiversity and ecosystem services: Why put economic values on Nature? *Sciences Direct*, publié par Elsevier Masson SAS, n° 334, p. 469-482.

Sivigny, D. (2010). Note sur l'intérêt économique de certaines espèces dites « nuisibles » en Haute-Normandie. *In* La buvette des Alpages. *Note DREAL*. http://bdm.typepad.com/files/nuisibles-note_dreal.pdf (page consultée le 8 juin 2014).

Sukhdev, P. (2008). L'économie des écosystèmes et de la biodiversité : Rapport d'étape (TEEB). *In* The Economics of the Ecosystems and Biodiversity. *TEEB Reports.* http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Additional%20Reports/Interim%20report/TEEB%20Interim%20Report_French.pdf (page consultée le 5 février 2014).

TEEB (2009). L'économie des écosystèmes et de la biodiversité pour les décideurs nationaux et internationaux – Résumé : Prendre en compte la valeur de la nature. *In* TEEBWEB. *The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. http://www.teebweb.org/media/2009/11/National-Executive-Summary_French.pdf (page consultée le 30 janvier 2014).

TEEB (2010a). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations. *In* TEEBWEB. *The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Ecological%20and%20Economic%20Foundations/TEEB%20Ecological%20and%20Economic%20Foundations%20report/TEEB%20Foundations.pdf (page consultée le 30 janvier 2014).

TEEB (2010b). L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : Intégration de l'Économie de la nature. Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB. *In* UNEP. *United Nations Environment Programme, environment for development*. http://www.unep.org/pdf/TEEB_FR.pdf (page consultée le 30 janvier 2014).

TEEB (2010c). *Chapter 5 : The economics of valuing ecosystem services and biodiversity*. *In* The Economics of Ecosystems and Biodiversity. *Publications*. http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/04/D0-Chapter-5-The-economics-of-valuing-ecosystem-services-and-biodiversity.pdf (page consultée le 7 février 2014).

TEEB (2013). The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands. *In* TEEBWEB. *The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/04/TEEB_WaterWetlands_ExecSum_2013-FR.pdf (page consultée le 30 décembre 2013).

UICN (2014). Le reporting biodiversité des entreprises et ses indicateurs, état des lieux & recommandations. *In* UICN Comité Français. *Publications*. http://uicn.fr/IMG/pdf/UICN-Etude_Reporting_Biodiversite_.pdf (page consultée le 25 mai 2014).

UNEP Finance initiative et Global Canopy Programme (2012). Déclaration du Capital naturel. *In* Natural Capital Declaration. *Signatories and supporters.* http://www.naturalcapitaldeclaration.org/wp-content/uploads/2012/04/natural_capital_declaration_fr.pdf (page consultée le 24 avril 2014).

Vert, J. et Colomb, J. (2009). La rémunération des services environnementaux rendus par l'agriculture. *In* Ministère de l'agriculture et de la pêche. *Publications - Document de travail*. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/doctravail_2_services_environ.pdf (page consultée le 24 avril 2014).

Waage, S. Armonstrong, k. et Hwang, L. (2011). New Business Decision-Making Aids in an Era of Complexity, Scrutiny, and Uncertainty. *In* The Business of a Better World. *BSR's Ecosystem Services, Tools & Markets Working Group.* http://www.bsr.org/reports/BSR_ESTM_WG_Comp_ES_Tools_Synthesis3.pdf (page consultée le 23 Avril 2014).

Westman, W. (1977). How much are nature's services worth. *Science*, vol. 197, n°. 4307, p. 960-964.

White, L. (1967). The historical roots of our ecologic crisis. *Science,* n° 155, p. 1203 -1207.

World Resources Institute (2009). Guide pratique pour l'identification des risques et opportunités issus de l'évolution des écosystèmes. *In* World Resources Institute. *Publications*. http://www.wri.org/sites/default/files/corporate_ecosystem_services_review_fr.pdf (page consultée le 24 avril 2014).

BIBLIOGRAPHIE

Bagstad K. Semmens, D. Waage, S. et Winthrop, R. (2013). A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosystem Services (Elsevier)*, vol. 5, 13 p.

Boyer, J.P. (2013). Évaluation économique de biens et services environnementaux par la méthode du transfert de bénéfices. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 102 p.

CGDD (2010) Conservation et utilisation durable de la biodiversité et des services écosystémiques : analyse des outils économiques. *In* MEDDE. *Références*. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Refbiodiv2.pdf (page consultée le 15 juin 2014)

Collar, N.J. (2003). Beyond value: biodiversity and the freedom of the mind. *Global Ecology & Biogeography*, vol. 12, 5 p.

Commissariat général à la stratégie et à la prospective (2013).Chapitre 5, La prise en compte de la biodiversité dans le calcul économique. *In* Commissariat général à la stratégie et à la prospective. *Rapports et documents* http://www.strategie.gouv.fr/blog/wp-content/uploads/2013/09/La-prise-en-compte-de-la-biodiversit%C3%A9-dans-le-calcul-socio%C3%A9conomique.pdf (page consultée le 15 juin 2014).

De Perthuis, C. et Jouvet, P.A. (2013). *Le capital vert : une nouvelle perspective de croissance*. Paris, Editions Odile Jacob, 282 pages.

Dechezlepretre, Q. (2013). *Évaluation économique des Services écosystémiques, Perspectives pour La forêt de fontainebleau*. Mémoire de master 2 de recherche économie théorique et appliquée du développement durable, Université de Versailles, Saint-Quentin-en-Yvelines, 109 p.

Doak, D. Bakker, V. Evan Goldstein, B. et Hale, B. (2013). What is the future of conservation? *Trends in Ecology & Evolution (Elsevier)*, vol. 29, n° 2, 5 p.

Dupras, J. Michaud, C. Charron, I. Mayrand, K. et Revéret, J.P. (2013). Le capital écologique du Grand Montréal : une évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes de la ceinture verte. *In* Fondation David Suzuki. *Publications*. http://www.davidsuzuki.org/fr/publications/telechargements/2012/Rapport%20Ceinture%20Verte_BSE_FDS_web_Fev2013.pdf (page consultée le 15 juin 2014).

G8 (2007). Chair's conclusions. In CBD. SCBD Meetings. http://www.cbd.int/doc/external/external-meetings/g8-potsdam-2007-03-17-en.pdf (page consultée le 6 février 2014).

Gómez-Baggethun, G. Kallis, G. Zografos, C. (2013). To value or not to value? That is not the question. *Ecological Economics (Elsevier)* 94, p. 97-105.

Jones-Walters L. et Mulder, I. (2009). Valuing nature: The economics of biodiversity. *Jounal for nature conservation (Elsevier)*, vol. 17, 3 p.

Laurans, Y et Aoubid, S. (2012).L'économie au secours de la biodiversité? La légende des Catskills revisitée. *IDDRI sciences Po,* n° 14, 18 p.

McCauley, D. (2006). Selling out on nature. *Nature*, Vol 443, n° 7, 2 p.

MEA (2013). Aperçu des rapports. *In* UNEP. *Évaluation des écosystèmes pour le millénaire*. http://www.unep.org/maweb/fr/Reports.aspx# (page consultée le 4 février 2014).

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer (2010). Quels scénarios réalistes pour préserver la biodiversité d'ici à 2030? *In* Commissariat général au développement durable. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/H3VF.pdf (page consultée le 21 mars 2014).

Olivier, E. (2014). *Communication au sujet de la méthode de valorisation BioCompta®*. Courrier électronique à Camille Dilet, adresse destinataire : c.dilet@Gaïadomo.com

UICN France (2012). Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France, Volume 1 Contexte et enjeux. *In* UICN France. http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Brochure_Panorama_des_services-vol1.pdf (page consultée le 15 mars 2014)

ANNEXE 1 : PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES CLASSIFICATIONS DES SE EXISTANTES

Le tableau ci-dessous permet de comparer les classifications des SE issues des célèbres études du MEA, de la TEEB et de la CICES (inspiré de Maes et autres, 2013)

Classification du MEA	Classification de la TEEB	Classification de la CICES	
		Division	Groupes
Services d'approvisionnement			
Nourriture	Nourriture	Nutrition	Biomasse
		Matériaux	
Eau douce	Eau	Nutrition	Eau
Fibres, Bois	Matériaux bruts	Matériaux	Biomasse
Ressources génétiques	Ressources génétiques		
Produits biochimiques	Ressources médicinales		
Ressources ornementales	Ressources ornementales		
		Énergie	Biomasse
			Mécanique
Services de régulation (CICES) **Services de régulation + d'auto-entretien ou de soutien (MEA, TEEB)**			
Purification et traitement des eaux	Traitement des déchets	Médiation des déchets toxiques et autres nuisances	
Régulation des eaux	Régulation des flux d'eau	Médiation des flux	Flux de liquides
	Modération des catastrophes naturelles		
Régulation de la qualité de l'air	Régulation de la qualité de l'air		Flux d'air
Régulation de l'érosion	Prévention de l'érosion		Flux de matière
Régulation du climat	Régulation du climat	Maintien des conditions physiques, chimiques et biologiques	Composition de l'atmosphère et régulation du climat
Formation des sols (service de support)	Maintien de la fertilité des sols		Formation et composition des sols
Pollinisation	Pollinisation		Maintien du cycle de vie, habitat et pool de gènes
Régulation des ravageurs et dommages	Contrôle biologique		Contrôle des dommages et ravageurs
Production primaire Développement des cycles nutritionnels (service de support)	Maintien des cycles de vie des espèces migratoires (service d'habitat)		Formation et composition des sols
			Maintien des conditions d'eau
	Maintien de la diversité génétique (service d'habitat)		
			Maintien du cycle de vie, habitat et pool de gènes

Classification du MEA	Classification de la TEEB	Classification de la CICES	
		Division	Groupes
Services culturels			
Récréation et écotourisme	Récréation et tourisme	Interactions intellectuelles et physiques avec l'environnement	Interactions physiques et expérimentales
Valeurs esthétiques	Information esthétique		Interactions intellectuelles et représentationnelles
Diversité culturelle	Inspiration pour la culture, l'art et le design	Inspirations spirituelles et symboliques	Spiritualité ou emblème
Valeurs spirituelles et religieuses	Expérience spirituelle		
Système de connaissances et valeurs éducatives	Informations pour le développement cognitif		Autres bénéfices culturels

ANNEXE 2 : RÉCAPITULATIF DES BANQUES DE DONNÉES DISPONIBLES SUR LES VALEURS DES B&SE : MISE À JOUR (inspiré de : Reveret et autres, 2008, p. 18)

Banque de données	Auteurs	Lien internet (février 2014)	Commentaires (février 2014)
EVRI	Environnement Canada	http://www.evri.ca	À jour et largement utilisé
EcoValue Project	Gund Institute for Ecological Economics	http://ecovalue.uvm.edu/evp/query_references.asp	Introuvable
ENVALUE	New South Whales Environmental Protection Authority	http://www.epa.nsw.gov.au/envalue	Introuvable
Review of Externality Data (RED)	Institute of studies for the integration of systems, Rome, Italy	http://www.isis-it.net/red/index.asp	Études peu récentes;
New Zealand non-Market Valuation Database	Lindoln University	http://www2.lincoln.ac.nz/nonmarketvaluation/	Recherche par méthode ou auteur;
National Survey of Fishing, Hunting, and Wildlife-Associated Recreation	U.S Census Bureau	http://www.census.gov/prod/www/ abs/fishing.html	Traite uniquement de l'aspect récréationnel lié à la faune sauvage (pêche, chasse et observation)
Valuation Study Database for Environmental Change in Sweden (ValueBase SWE)	Beijer International Institute of Ecological Economics et Royal Swedish Academy of Sciences de Stockholm	http://www.beijer.kva.se/valuebase.htm	BD Excel; Liste d'études antérieures à l'année 2004
Bibliography: Ecology, Economics and Policy	Steven Polasky, University of Minnesota	http://faculty.apec.umn.edu/spolasky/documents/value.PDF	Liste d'études antérieures à l'année 2001
Ecosystem Valuation	Dennis King, University of Maryland et Marisa Mazzotta, University of Rhode Island	http://www.ecosystemvaluation.org.	Liste d'études à jour, pas d'outil de recherche
Données économiques du Système d'Information sur l'Eau	Eau France	http://www.economie.eaufrance.fr/evaluations-economiques	Traite uniquement des milieux aquatiques
A Review of the Economic Benefits of Species and Habitat Conservation	Kroger et Malano, Defenders of Wildlife	http://www.dnrec.delaware.gov/SiteCollectionDocuments/Open%20Spaces/Economic%20Benefits%20of%20Species%20and%20Habitat%20Conservation_Kroeger%20and%20Manalo_2006.pdf	Liste d'études antérieures à l'année 2006

En rouge, les adresses internet n'étant plus à jour dans le document de Reveret et son équipe de travail, ont été remplacées par le lien internet valide au mois de février 2014.

ANNEXE 3 : RÉSULTAT DE LA RECHERCHE DE VALEURS BIBLIOGRAPHIQUES RÉALISÉE PAR L'ÉTUDIANTE EN DÉBUT D'ANNÉE 2014

Code CGDD	Service	Services écosystémiques	Sous catégories	Paramètre à renseigner	Valeur	Unité	Année	Valeur actualisé	Source
1,1	Régulation	Maintien de la qualité de l'eau							
		Séquestration de carbone/ régulation du climat							
		Prévention / protection contre les perturbations							
		Rétention des déchets et des polluants							
		Stabilisation du trait de côte / prévention de l'érosion							
	Approvisionnement	Approvisionnement en nourriture		Marge brute (€/an)					
		Matériel brut		Marge brute (€/an)					
	Culturel	Héritage culturel et identité							
		Bénéfices cognitifs							
		Loisirs et récréation		Marge brute (€/an)					
1,2	Régulation	Maintien de la qualité de l'eau							
		Séquestration de carbone/ régulation du climat			38	US$/ha/an	1994		Costanza, 1994
					65	Int $ /ha/an	2007	63,16	De Groot, 2012
		Prévention / protection contre les perturbations							
		Rétention des déchets et des polluants							
	Approvisionnement	Approvisionnement en nourriture			93	Int $ /ha/an	2007	90,37	De Groot, 2012
		Matériel brut		Marge brute (€/an)	8	Int $ /ha/an	2007	7,76	De Groot, 2012
	Culturel	Héritage culturel et identité							
		Bénéfices cognitifs (recherche + éducation)			317 .10^6	£/ an	2002		Pugh et Skinner, 2002
		Loisirs et récréation			319	Int $ /ha/an	2007	309,99	De Groot, 2012
2,1	Régulation	Maintien de la qualité de l'eau							
		Séquestration de carbone/ régulation du climat							
		prévention de l'érosion/formation et rétention des sols		nb ménages concernés	4,45	US$/ménage/an	2007	4,33	Huang et autres, 2007
	Approvisionnement	Matériel brut		Marge brute (€/an)					
	Culturel	Héritage culturel et identité							
		Bénéfices cognitifs et récréation			1574	$/famille/an	2009	1470,42	Landry and Liu, 2009
2,2	Régulation	Maintien de la qualité de l'eau							
		Prévention / protection contre les perturbations							
	Approvisionnement	Approvisionnement en nourriture		Marge brute (€/an)					
	Culturel	Héritage culturel et identité							
		Bénéfices cognitifs			6,5	€ / ménage/an	2000	7,91	Dabat et Rudloff, 1999 cité dans Morardet, 2009
		Loisirs et récréation							
2,3	Régulation	Resistance aux espèces invasives							
		Rétention des déchets et des polluants							
		Stabilisation du trait de côte / prévention de l'érosion			25,368	Int $ /ha/an	2007	24651,74	De Groot, 2012
		Séquestration de carbone/ régulation du climat			479	Int $ /ha/an	2007	465,47	De Groot, 2012
		Prévention / protection contre les perturbations			567	US$/ha/an	1994		Costanza,1994
	Approvisionnement	Approvisionnement en nourriture		Marge brute (€/an)					
		Matériel brut		Marge brute (€/an)	12	Int $ /ha/an	2007	11,66	De Groot, 2012
	Culturel	Héritage culturel et identité			21	Int $ /ha/an	2007	20,41	De Groot, 2012
		Bénéfices cognitifs			22	Int $ /ha/an	2007	21,38	De Groot, 2012
		Loisirs et récréation			256	Int $ /ha/an	2007	248,78	De Groot, 2012
					381	US$/ha/an	1994		Costanza,1994

Code CGDD	Service	Services écosystémiques	Sous catégories	Paramètre à renseigner	Valeur	Unité	Année	Valeur actualisée	Source
2,4	Régulation	Resistance aux espèces invasives							
		Rétention des déchets et des polluants		nb pers/an	15	€/pers/an	2010	17,55	CGDD, 2010
		Stabilisation du trait de côte / prévention de l'érosion							
		Séquestration de carbone/ régulation du climat			30,5	$ US/ha/an	US$2000	242,14	Barbier et autres, 2011
		Prévention / protection contre les perturbations			8236	$ US/ha/an	2008	6603,86	Costanza et autres, 2008
		Maintien de la qualité de l'eau			785	US$/acre	1995		Breaux et autres, 1995
	Approvisionnement	Approvisionnement en nourriture et matériel brut		Marge brute (€/an)	15,27	£/ ha/ an	1995		King et Lester, 1995
	Culturel	Héritage culturel et identité							
		Bénéfices cognitifs + récréation		nb pers/an	31,6	£/personne	2007	61,64	Birol and Cox 2007
				nb pers/an	1,2	£/personne	2007	2,34	Birol and Cox 2007
		Loisirs et récréation		nb pers/an	15	€/pers/an	2010	17,55	CGDD, 2010
5,4	Régulation	Séquestration de carbone			25,83	€/ha/an	2010	30,22	Honigova et autres, 2011
		Régulation de l'érosion			265,48	€/ha/an	2010	310,57	Honigova et autres, 2011
		Régulation de l'eau			1639	€/ha/an	2010	1917,4	Honigova et autres, 2011
	Culturel	Récréation			55,45	€/ha/an	2010	64,87	Honigova et autres, 2011
5,3	Régulation	Séquestration de carbone			43,05	€/ha/an	2010	50,36	Honigova et autres, 2011
		Régulation de l'érosion			265,48	€/ha/an	2010	310,57	Honigova et autres, 2011
		Régulation de l'eau			1875,9	€/ha/an	2010	2194,54	Honigova et autres, 2011
	Culturel	Récréation			55,45	€/ha/an	2010	64,87	Honigova et autres, 2011
8,1	Régulation	Contrôle biologique des ravageurs			50	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
		Structure et fertilité du sol			68	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
		Minéralisation des substances végétales			260	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
		Pollinisation			62	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
		Régulation des flux d'eau			107	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
		Séquestration de carbone			22	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
		Fixation de nitrogène			40	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
	Approvisionnement	Approvisionnement en nourriture		Marge brute (€/an)	3990	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
		Matériel brut		Marge brute (€/an)	22	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
	Culturel	Esthétisme, éducation, récréation			21	US $/ha/an	2008		Case et autres, 2008
8,2	Régulation	Régulation des gaz			10 080	RMB/ha/an	2005	1328,88	Ding et autres, 2005
		Régulation des flux d'eau			6 890 581	$/an	2002		Agus, 2002
				nb ménages concernés	649	yen/ménage/an	2013	5,23	Natuhara, 2013
		Recharge des nappes phréatiques		nb ménages concernés	505	yen/ménage/an	2013	4,07	Natuhara, 2013
		Maintien de la qualité de l'eau			10 196 235	$/an	2002		Agus, 2002
				nb ménages concernés	642	yen/ménage/an	2013	5,18	Natuhara, 2013
		Rétention des déchets organiques			306 124	$/an	2002		Agus, 2002
		Régulation locale du climat			1 618 400	$/an	2002		Agus, 2002
		prévention de l'érosion			10 317	$/an	2002		Agus, 2002
				nb ménages concernés	445	yen/ménage/an	2013	3,59	Natuhara, 2013
	Approvisionnement	Approvisionnement en nourriture	Riz	Marge brute (€/an)					
			Poissons/autres	Marge brute (€/an)					
	Culturel	Héritage culturel et paysages		nb ménages concernés	394	yen/ménage/an	2013	3,17	Natuhara, 2013
		Loisir et récréation		nb ménages concernés	290	yen/ménage/an	2013	2,34	Natuhara, 2013
					5 469 794	$/an	2002		Agus, 2002

Code CGDD	Service	Services écosystémiques	Sous catégories	Paramètre à renseigner	Valeur	Unité	Année	Valeur actualisée	Source
9,1	Régulation	Régulation du microclimat			30763,7	RMB/ha/an	2006	41,36	Jim et Chen, 2009
			refroidissement local		15	US$/arbres	1997		McPherson et autres, 1997
			réchauffement local		10	US$/arbres	1997		McPherson et autres, 1997
					10	US$/arbres/an	1999	17,42	McPherson et autres, 1999
					870 000	US$	1999		McPherson et autres, 1999
			refroidissement local		18.5 .10^6	US$/an	1988		Simpson, 1988
			réchauffement local		1.3 .10^6	US$/an	1988		Simpson, 1988
		Régulation de la qualité de l’air			0,82	US$/arbre/an	2009	0,71	Jim et Chen, 2009
					16 318,21	US$/an	2009		Jim et Chen, 2009
					1 115 908	€	2009	1 357 672,71	Chaparro et Terradas, 2009
					9.2 .10^6	US $	1997		McPherson et autres, 1997
					16	US $/ arbre	1999	27,86	McPherson et autres, 1999
					1500	US $/ha	1998		Scott et autres, 1998
					3.9 .10^6	US$/an	2007	3 788 580,75	Nowak et autres, 2007
		Séquestration du carbone et régulation du climat			460 000	US$	1999		McPherson et autres, 1999
					297 000	US$/an	2007	288 215,41	Nowak et autres, 2007
					460 .10^6	US$/an	2002		Nowak et Crane, 2002
		Drainage des eaux pluviales			3.44 .10^6	RMB /an	2006	45 587 993,07	Jim et Chen, 2009
					7	US$/arbre	1999	12,19	McPherson et autres, 1999
		Réduction du bruit							
		Traitement des eaux usées							
	Culturel	Loisirs et récréation			17,4	RMB/personne/mois	2006	2,89	Jim et Chen, 2006
		Plaisir esthétique							
		Opportunités d’éduction							
		Renforcement des liens sociaux							
		Santé physique							
		Somme des services culturels			547 .10^6	RMB /an	2006	73 532 530,79	Jim et Chen, 2006
					17	US$/arbre	1999	29,61	McPherson et autres, 1999
9,2	Régulation	Maintien de la qualité de l'air							
		Réduction du bruit							
		Prévention de l'érosion							
		Régulation du climat local							
		Qualité du sol							
	Culturel	Santé mentale et recueillement							
		Valeur esthétique							
		Récréation et loisirs		Marge brute (€/an)					

Code CGDD	Service	Services écosystémiques	Sous catégories	Paramètre à renseigner	Valeur	Unité	Année	Valeur actualisée	Source
9,3	Régulation	Pollinisation							
	Approvisionnement	Éléments minéraux pour l'extraction		Marge brute (€/an					
	Culturel	Sciences et éducation							
		Inspiration artistique							
		Paysage activités récréatives							
		Entités emblématiques							
9,4	Régulation	Maintien de la qualité eau / purification de l'eau			785 à 1500	US$/acre	1995		Breaux et autres, 1995
		Rétention des déchets et des polluants		nb pers/an	15	€/pers/an	2010	17,55	CGDD, 2010
		Prévention/protection contre les perturbations naturelles			8236	$ US/ha/an	2008	6 603,86	Costanza et autres, 2008
		Stabilisation du trait de côte / Prévention de l'érosion							
	Approvisionnement	Approvisionnement en sel		Marge brute (€/an)					
	Culturel	Héritage culturel et identité							
		Loisir et récréation		nb pers/an	15	€/pers/an	2010	17,55	CGDD, 2010
		Bénéfices cognitifs + récréation		nb pers/an	31,6	£/personne	2007	61,64	Birol and Cox 2007
				nb pers/an	1,2	£/personne	2007	2,34	Birol and Cox 2007
7,3	Régulation	Séquestration du carbone (fixation + stockage)			183	€/ha/an	2009	222,65	Chevassus-au-Louis, 2009
		Maintien de la qualité eau / purification de l'eau			90	€/ha/an	2009	120,45	Chevassus-au-Louis, 2009
		Pollinisation			60	€/ha/an	2009	73	Chevassus-au-Louis, 2009
	Culturel	Services culturels hors chasse et promenade			60	€/ha/an	2009	73	Chevassus-au-Louis, 2009

Ces tableaux compilent l'ensemble des valeurs trouvées et sélectionnées par l'étudiante. Un document Word plus complet a également été réalisé, permettant de donner davantage de précision sur l'origine et la nature de chaque valeur de SE.

Remarques :
Les valeurs brutes dont les cases sont rosées correspondent aux valeurs antérieures à l'année 1999 pour lesquelles l'actualisation n'a pas été possible à cause du passage des Francs aux Euros.
Les articles ou documents auxquels les sources font référence ont été transmis dans leur totalité à l'agence Gaïadomo pour qu'ils soient intégrés à la base bibliographique BioCompta®.

ANNEXE 4 : DONNÉES NATURALISTES DE L'ÉTUDE BOIS DES ESPEISSES NÉCESSAIRES À L'EXPÉRIMENTATION BIOCOMPTA®

Concernant les habitats, ils sont de quatre natures différentes : chênaie verte, garrigue à Ciste cotonneux et à Chêne kermès, pelouses du *mesobromion* et pelouse à brachypodes rameux. La carte ci-dessous présente la zone d'étude et la répartition de ces habitats.

Les habitats ont été déterminés selon la typologie Corine Biotope et EUNIS (aussi nommée EUR 27) dans le projet du Bois des Espeisses, et non selon la typologie choisie pour BioCompta® soit celle proposée par le CGDD. Ainsi, la correspondance a été faite par l'intermédiaire du code Corine Biotope, selon le tableau proposé par le MEDDE (CGDD, 2010c) :

Appellation dans l'étude	Code Corine Biotope	Typologie du CGDD
Pelouse à brachypodes rameux	34 Steppes et prairies calcaires sèches (34.5 pelouses méditerranéennes xériques)	7.3 Milieux à végétation clairsemée
Pelouse du *mesobromion* (ou à brome dressé)	34 Steppes et prairies calcaires sèches (34.3 prairies pérennes denses et steppes medio-européennes)	7.3 Milieux à végétation clairsemée
Chênaie verte	45 Forêts sempervirentes non résineuses (45.3 forêts de chênes verts méso- et supra méditerranéennes)	6.1 Forêts de feuillus caduques et à feuilles persistantes
Garrigues à Ciste cotonneux et à Chêne kermès	32 Fruticées sclérophylles (32.41 Garrigues à chênes kermès / 32.348 Maquis à Cistus albidus)	5.5 Maquis, garrigue, landes épineuses méditerranéennes, milieux à végétation sclérophylle

La BioÉvaluation® réalisée pour le Bois des Espeisses fournit également la qualité de l'habitat, la connectivité et la patrimonialité pour chaque partie délimitée sur la carte A.1. Dans le cas où ces caractéristiques sont identiques pour un même habitat, les parties sont regroupées dans une même parcelle pour l'expérimentation BioCompta®. La correspondance des parcelles avec les parties identifiées sur la figure 3.1. ainsi que leurs caractéristiques sont présentées ci-dessous. Leur superficie a été calculée par cartographie.

Partie extérieure (ouverte au public)

- Pelouses du *mesobromion*

Parcelle 1 : partie M1
- ✓ Superficie : 5,49 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 4 (favorable)
- ✓ Connectivité : 2 (moyenne)
- ✓ Patrimonialité : sans

Parcelle 3 : partie M3
- ✓ Superficie : 13,48 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (moyen)
- ✓ Connectivité : 3 (moyenne)
- ✓ Patrimonialité : sans

Parcelle 4 : partie M4
- ✓ Superficie : 4,02 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (moyen)
- ✓ Connectivité : 3 (moyenne)
- ✓ Patrimonialité : zone ZNIEFF

- Pelouse à brachypodes rameux

Parcelle 5 : partie Pelouse
- ✓ Superficie : 6,88 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 4 (Favorable)
- ✓ Connectivité : 1 (Nulle)
- ✓ Patrimonialité : ZNIEFF

- Chênaie verte

Parcelle 6 : partie V9 + V3
- ✓ Superficie : 12,26 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (Moyen)
- ✓ Connectivité : 2 (Moyenne)
- ✓ Patrimonialité : ZNIEFF

Parcelle 7 : partie V2 + V4
- ✓ Superficie : 3,87 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (Moyen)
- ✓ Connectivité : 3 (Moyenne)
- ✓ Patrimonialité : ZNIEFF

Parcelle 8 : partie V1
- ✓ Superficie : 1,39 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (Moyen)
- ✓ Connectivité : 3 (Moyenne)
- ✓ Patrimonialité : sans

- Garrigues à Ciste cotonneux et à Chêne kermès

Parcelle 9 : partie Garrigue
- ✓ Superficie : 0,93 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 5 (favorable)
- ✓ Connectivité : 1 (Nulle)
- ✓ Patrimonialité : sans

Partie intérieure (fermée au public)

- Pelouses du *mesobromion*

Parcelle 2 : partie M2
- ✓ Superficie : 2,47 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (moyen)
- ✓ Connectivité : 3 (moyenne)
- ✓ Patrimonialité : sans

- Chênaie verte

Parcelle 10 : partie V5 + V8
- ✓ Superficie : 23,24 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (Moyen)
- ✓ Connectivité : 3 (Moyenne)
- ✓ Patrimonialité : ZNIEFF

Parcelle 11 : partie V6 + V7
- ✓ Superficie : 6,08 ha
- ✓ Qualité de l'habitat : 2 (Moyen)
- ✓ Connectivité : 3 (Moyenne)
- ✓ Patrimonialité : sans

Concernant la faune, les espèces présentes ou potentiellement présentes sont indiquées dans les tableaux suivants (Gaïadomo, 2012) :

Reptiles
Lézard des murailles
Lézard hispanique

Mammifères
Lapin de garenne
Sanglier
Ecureuil roux
Renard roux
Blaireau européen
Fouine
Lérot
Mulot sylvestre
Rat noir
Campagnol provençal
Chevreuil européen

Chiroptères
Murin de Daubenton
Murin de Natterer
Noctule de Leisler
Sérotine commune
Pipistrelle commune
Pipistrelle pygmée
Pipistrelle de Nathusius
Pipistrelle de Kuhl
Vespère de Savi
Oreillard gris
Minioptère de Schreibers
Molosse de Cestoni

Oiseaux	
Exterieur	**Intérieur**
Accenteur mouchet	Autour des palombes
Autour des palombes	Bondrée apivore
Bondrée apivore	Buse variable
Bouvreuil pivoine	Chouette hulotte
Buse variable	Corbeau freux
Chardonneret élégant	Corneille noire
Chouette hulotte	Épervier d'Europe
Corbeau freux	Etourneau sansonnet
Corneille noire	Fauvette à-tête-noire
Épervier d'Europe	Geai des chênes
Etourneau sansonnet	Gobemouche gris
Fauvette à-tête-noire	Grimpereau des jardins
Fauvette mélanocéphale	Grive draine
Fauvette passerinette	Grive musicienne
Geai des chênes	Grosbec casse-noyaux
Gobemouche gris	Loriot d'Europe
Grimpereau des jardins	Merle noir
Grive draine	Mésange à longue queue
Grive musicienne	Mésange bleue
Grosbec casse-noyaux	Mésange charbonnière
Linotte mélodieuse	Mésange nonnette
Loriot d'Europe	Milan royal
Merle noir	Pic épeiche
Mésange à longue queue	Pic épeichette
Mésange bleue	Pic noir
Mésange charbonnière	Pic vert
Mésange huppée	Pigeon colombin
Mésange nonnette	Pigeon ramier
Pic épeiche	Pinson des arbres
Pic épeichette	Pouillot fitis
Pic noir	Pouillot siffleur
Pic vert	Pouillot véloce
Pie bavarde	Roitelet triple-bandeau
Pigeon colombin	Rossignol philomèle
Pigeon ramier	Rougegorge familier
Pinson des arbres	Sittelle torchepot
Pouillot fitis	Torcol fourmilier
Pouillot siffleur	Tourterelle des bois
Pouillot véloce	Troglodyte mignon
Roitelet triple-bandeau	
Rossignol philomèle	
Rougegorge familier	
Serin cini	
Sittelle torchepot	
Torcol fourmilier	
Tourterelle des bois	
Tourterelle turque	
Troglodyte mignon	
Verdier d'Europe	

Afin d'évaluer au mieux l'occupation moyenne de l'habitat par chacune des espèces, l'indice EDA a été appliqué pour deux des espèces. La démarche est présentée ci-dessous (Peters, 2014):

- Écureuil Roux :

Données :

- Occupation moyenne dans la bibliographie : 0,11 pour une forêt de feuillus comme la chênaie verte présente dans le cas d'étude
- Nombre d'individus observés : 1 individu
- Superficie de son habitat (ensemble des chênaies du milieu extérieur) :
  Parcelle 6 : 12,26 ha, P7 : 3,87 ha et P8 : 1,39

Calcul pour la parcelle 6 : $EDA_{Ecureuil\ p6}$ 1 (ind) x 0,11 (ha) x 12,26 (occ moy) = 1,34 individu potentiel

Résultats pour les autres parcelles :

- parcelle 7 : 0,43 individu potentiel
- Parcelle 8 : 0,15 individu potentiel

- Mésange charbonnière :

Données

- Occupation moyenne dans la bibliographie : 1,43 pour une forêt de feuillus comme la chênaie verte
- Nombre d'individus observés : chants entendus sur les 7 points d'écoute + observation de nids réalisés. A minima, le calcul prendra pour règle qu'il y a un individu par point d'écoute.
  Il y a deux points d'écoute sur parcelle 1, deux également sur la parcelle 7, un point d'écoute sur la parcelle 5 et trois sur la parcelle 10.
- Superficie de son habitat (ensemble des chênaies du milieu extérieur) :
  Parcelle 1 : 5,49 ha, parcelle 7 : 3,87 ha , parcelle 5 : 6,88 ha , parcelle 10 : 23,24 ha

Calcul pour la parcelle 1 : $EDA_{Mésange\ p1}$ = 2 (ind) x 5,49 (ha) x 1,43 (occ moy) = 15,7 individus potentiels

Résultats pour les autres parcelles :

- Parcelle 7 : 11,1 individus potentiels
- Parcelle 5 : 9,8 individus potentiels
- Parcelle 10 : 99,7 individus potentiels

ANNEXE 5 : ILLUSTRATION DE LA FICHE DE PROSPECTION BIOCOMPTA® PROPOSÉE

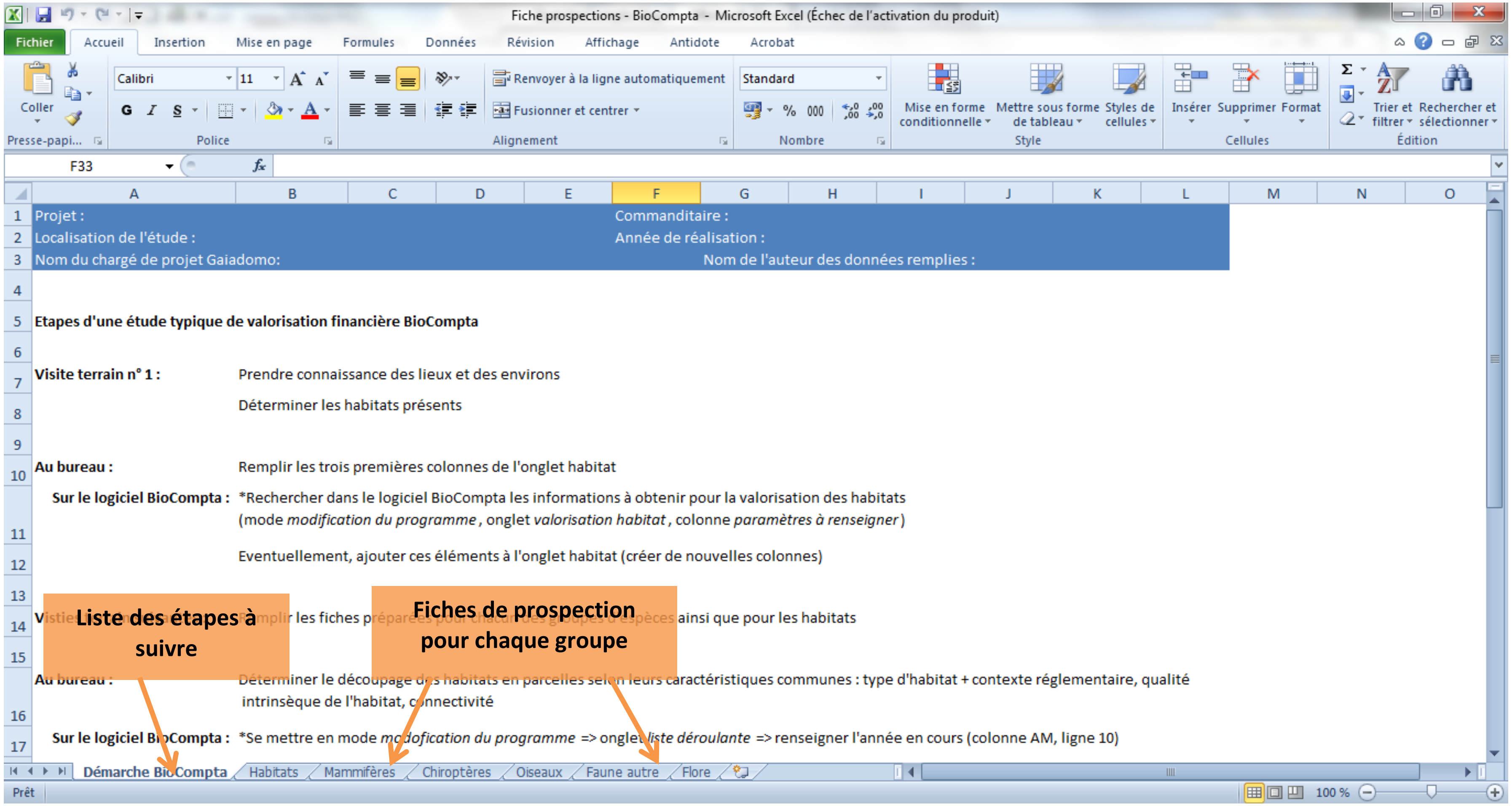


Figure : Apparence générale de document Excel

Projet :	Commanditaire :
Localisation de l'étude :	Année de réalisation :
Nom du chargé de projet Gaiadomo:	Nom de l'auteur des données remplies :

Étapes d'une étude typique de valorisation financière BioCompta

Visite terrain n° 1 : Prendre connaissance des lieux et des environs

Déterminer les habitats présents

Au bureau : Remplir les trois premières colonnes de l'onglet habitat

Sur le logiciel BioCompta : *Rechercher dans le logiciel BioCompta les informations à obtenir pour la valorisation des habitats (mode *modification du programme* , onglet *valorisation habitat* , colonne *paramètres à renseigner*)

Éventuellement, ajouter ces éléments à l'onglet habitat (créer de nouvelles colonnes)

Visites terrain suivantes : Remplir les fiches préparées pour chacun des groupes d'espèces ainsi que pour les habitats

Au bureau : Déterminer le découpage des habitats en parcelles selon leurs caractéristiques communes : type d'habitat + contexte réglementaire, qualité intrinsèque de l'habitat, connectivité

Sur le logiciel BioCompta : *Se mettre en mode *modification du programme* => onglet *liste déroulante* => renseigner l'année en cours (colonne AM, ligne 10)

*Se mettre en mode étude de site

*Remplir l'onglet *page de garde*

*Remplir l'onglet *habitat* du logiciel BioCompta en mode étude de site

Déterminer sur quelle(s) parcelle(s) chaque espèce se situe grâce à leurs coordonnées géographiques (au besoin rajouter une colonne dans les onglets faune/flore du présent document)

*Remplir les onglets faune et flore du logiciel BioCompta (attention : il est possible de rentrer l'espèce sur plusieurs parcelles à la fois, mais il faudra ensuite renseigner le nombre d'individus sur chaque parcelle)

Vérifier la cohérence des résultats dans chacun des onglets

Consulter les onglets *synthèse* et *analyse graphique* pour l'interprétation des résultats

Figure : Contenu de l'onglet nommé démarche BioCompta®

Projet : Commanditaire :
Localisation de l'étude : Année de réalisation :
Nom du chargé de projet Gaiadomo: Nom de l'auteur des données remplies :

Nom de l'habitat	Code Corrine	Code Eunis	Surface (ha)	Contexte réglementaire	Qualité intrinsèque de l'habitat	Connectivité	Frayère	Habitat stable et mature	Commentaire		

Figure : Extrait du contenu de l'onglet habitat

Projet : Commanditaire :
Localisation de l'étude : Année de réalisation :
Nom du chargé de projet Gaiadomo: Nom de l'auteur des données remplies :

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Latitude	Longitude	Point d'écoute	Statut biologique	Commentaire					

Figure : Extrait du contenu de l'onglet Oiseau (exemple de fiche pour la faune)

Projet : Commanditaire :
Localisation de l'étude : Année de réalisation :
Nom du chargé de projet Gaiadomo: Nom de l'auteur des données remplies :

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Latitude	Longitude	Densité							

Figure : Extrait du contenu de l'onglet Flore

Nb : Les encoches rouges au coin des cases signifient qu'il y a un commentaire associé à la case. Dans ce dernier, les termes qualificatifs utilisés dans BioCompta® sont indiqués afin d'emprunter les mêmes directement dans les fiches prospection.

ANNEXE 6 : MÉTHODE DE VALORISATION DE LA FLORE PROPOSÉE

Cette annexe est une proposition de méthode d'évaluation économique des espèces floristiques basée sur le modèle esthétique et méthodologique de la valorisation de la faune.

Calcul de valorisation de la Flore

$\mathbf{X_{espèce} = Q_{individu} \times N \times K}$

Avec $\mathbf{Q_{individu} = [(P. \delta) \times (1+ \varepsilon)]}$, $0 \leq \varepsilon \leq 1$

Où **Xe** : valeur économique totale de l'espèce par parcelle (*€/an/parcelle*)

Q : unité de valeur écologique ajustée de l'espèce par individu (*€/an/pied*)

N : nombre de pieds ou % de recouvrement.

K : maturité de l'espèce $\text{avec } K = \frac{\text{Age de maturité}}{\text{Age de la plante au temps t}}$

P : unité de valeur écologique de l'espèce par individu (*€/an/pied*) avec P > 0, sauf dans le cas des espèces invasives où par hypothèse P = 0 (P est issu de la bibliographie, c'est la valeur brute entrée dans la BD Flore)

δ : taux d'actualisation (et de conversion)

ε : l'ensemble des attributs avec $\varepsilon = r_e + g + p_r + m + p_b$

Paramètres d'entrée pour chaque espèce floristique

Protection *(p_r)*

Permets d'apprécier le niveau de protection de l'espèce.

- ✓ Aucune {0}
- ✓ Natura 2000 {0,05}
- ✓ Protection {0,15}
- ✓ Protection & Natura 2000 {0,2}

La protection peut être locale, régionale, nationale, européenne/communautaire ou internationale. La DREAL de la région Languedoc-Roussillon a réalisé un document rassemblant toutes les espèces protégées pour la région.

Menace *(m)*

Ce paramètre permet d'apprécier l'état de conservation d'une espèce. C'est la typologie UICN qui est utilisée.

- ✓ Danger critique {0,2}
- ✓ En danger {0,16}
- ✓ Vulnérable {0,12}
- ✓ Quasi menacé {0,08}
- ✓ Préoccupation mineure {0,04}
- ✓ Sans {0}

Le paramètre doit s'appuyer sur les statuts UICN France et UICN mondiale.

Statut d'indigénat *(g)*

Ce paramètre apprécie l'indigénat de l'espèce, autrement dit il distingue les plantes qui sont « originaires » du territoire d'étude de celles qui ont été introduites (espèces allochtones ou étrangères).

- ✓ Plante assimilable à la « flore locale » {0,2}
- ✓ Situation intermédiaire {0}
- ✓ Plante non assimilable à la « flore locale » {0}

Ce paramètre s'inspire entièrement du document Examen du statut d'indigénat et du caractère invasif des plantes vasculaires de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Les définitions des termes utilisés sont détaillées dans ce document.

Ce paramètre est estimé par l'appréciation de plusieurs autres sous-paramètres :

o Ancienneté du taxon dans le territoire étudié

- Indigène
- Non indigène

o Spontanéité du taxon dans le territoire étudié

- Spontanée (ou subspontanée)
- Cultivé

o Introduction par l'homme dans le territoire étudié

- Introduit (accidentellement ou intentionnellement)
- Non introduit

o Naturalisation : capacité et/ou la rapidité du taxon non indigène à être intégré/assimilé à la flore locale

- Accidentel
- En voie de naturalisation
- Naturalisé

o Caractère invasif sur le territoire étudié

Rôle écologique *(r_e)*

Toutes les espèces ont un rôle écologique au sein d'un écosystème. Ce paramètre permet cependant de distinguer celles qui ont une influence particulièrement importante dans l'écosystème et dont la présence est indispensable à d'autres espèces et/ou participe de manière importante au maintien de l'écosystème (plante hôte d'une espèce protégée, grande consommation, …).

- ✓ Fort {0,2}
- ✓ Faible {0}
- ✓ Inconnu {0}

Le rôle écologique pourra être pré-rentré à partir du croisement des dires d'expert avec la bibliographie disponible.

Potentiel biologique ou biotechnologique *(p_b)*

Le paramètre « potentiel biologique » fait référence à une fonction de l'espèce qui lui confère un intérêt écosystémique (ex : une cavité d'arbre abritant une autre espèce), un intérêt

pharmaceutique (ex : une substance thérapeutique) ou encore un intérêt technologique (ex : biomimétisme, espèce bioindicatrice).

- ✓ Au moins un potentiel biologique avéré {0,2}
- ✓ Sans ou inconnu {0}

Attention à surveiller les éventuelles redondances avec les SE. Par exemple le service d'approvisionnement en composés pharmaceutiques est comptabilisé dans la valeur de l'habitat 1.2 (mers et océans).